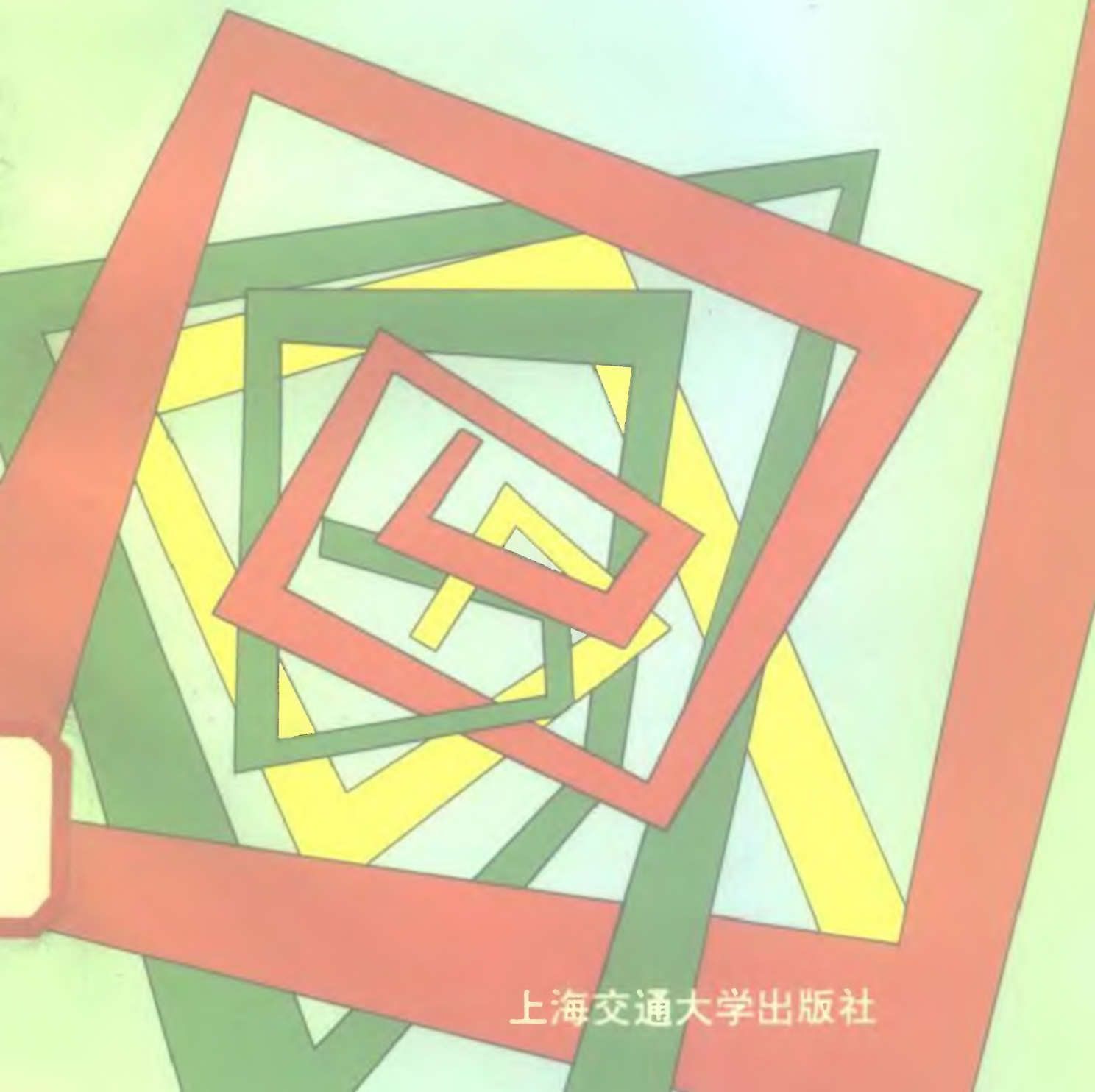
姚光国　顾永锡　余乃声　编著

常用三相异步电动机的修理



上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书以最常用的三相异步电动机为主要对象，着重介绍其运行中常见的故障，产生的原因，以及故障的查找和修理方法。

对较常用的特种三相异步电动机，如变极多速三相异步电动机、电磁调速三相异步电动机、锥形转子制动三相异步电动机、潜水三相异步电动机及力矩电动机的常见故障也进行了分析，并介绍了修理方法。

全书共八章。可供初中以上文化程度、从事三相异步电动机操作和修理人员使用。

常用三相异步电动机的修理

上海交通大学出版社·出版

（上海市华山路 1954 号　邮政编码 200030）

新华书店上海发行所·发行

上海新文印刷厂·印刷

开本：850×1168　1/32　印张 9.125　字数：240000

版次：1996 年 8 月第 1 版　印次：1996 年 8 月第 1 次

印数：1—8000 册

ISBN 7—313—01705—7/TM·101　定价：10.40 元

前　言

随着我国四个现代化建设事业的发展，城乡工矿企业电气化水平不断提高，各种型式的电动机被越来越广泛的应用，尤其是三相异步电动机，由于结构简单、工作可靠，在各类电动机中独占鳌头。与此相应，三相异步电动机的修理量也是各类电机中最大的。为此，我们编写此书，供广大从事三相异步电动机运行和修理人员参考。

本书通俗、简明地介绍三相异步电动机的结构和工作原理，着重分析三相异步电动机的故障原因、查找及修理方法，并对其派生的特种电动机作了介绍。为了便于在修理时查阅资料，本书在附录中列出了常用的中小型三相异步电动机的技术数据。

本书由姚光国、顾永锡和余乃声合编，姚光国主编。其中第一章和第二章由姚光国编写，其余由顾永锡编写，余乃声参加了部分章节的编写。

全书由许宝发审阅，并提出宝贵意见，在此表示衷心感谢。

限于编者水平，书中难免存在缺点和不妥之处，谨请指正。

编　者

1996 年 5 月

目　录

第一章　三相异步电动机的基本知识…… (1)
第一节　三相异步电动机的基本结构和工作原理…… (1)
第二节　三相异步电动机的分类和型号…… (5)
第三节　三相对称绕组…… (7)
第四节　三相异步电动机的技术数据 …… (14)
第五节　电动机修理中的常用材料 …… (16)
第六节　电动机的拆装 …… (46)
第二章　三相异步电动机常见故障的分析 …… (48)
第一节　电动机运行前后的检查 …… (48)
第二节　起动时的故障分析 …… (50)
第三节　运行时的故障分析 …… (54)
第四节　绕组的故障分析 …… (57)
第五节　短路侦察器的简单计算 …… (63)
第三章　三相异步电动机的局部修理 …… (66)
第一节　转轴的修理 …… (66)
第二节　轴承的修理 …… (68)
第三节　机壳和端盖的修理 …… (72)
第四节　绕组绝缘不良的修理 …… (73)
第五节　绕组接地故障的修理 …… (74)
第六节　绕组短路故障的修理 …… (75)
第七节　绕组断路故障的修理 …… (78)
第八节　绕组连接错误的修理 …… (79)

第四章　定子绕组的重绕修理 …… (80)
第一节　测量记录原始数据 …… (80)
第二节　拆除旧绕组 …… (82)
第三节　线模的制作 …… (83)
第四节　绕线 …… (88)
第五节　嵌线 …… (90)
第六节　接线和引线 …… (99)
第七节　焊接 …… (102)
第八节　浸漆和烘干 …… (104)
第五章　电机绕组重绕的计算 …… (109)
第一节　导线代用的计算 …… (109)
第二节　三相异步电动机的改压计算 …… (111)
第三节　三相异步电动机空壳重绕的简易计算 …… (114)
第四节　三相异步电动机的改极计算 …… (126)
第六章　转子绕组的修理 …… (129)
第一节　鼠笼型转子绕组的故障修理 …… (129)
第二节　绕线转子绕组的故障修理 …… (133)
第三节　绕线转子集电环和电刷的修理 …… (135)
第四节　转子修理后的校平衡 …… (136)
第七章　常用特种三相异步电动机的故障分析及修理 …… (137)
第一节　三相变极多速异步电动机 …… (137)
第二节　电磁调速三相异步电动机 …… (163)
第三节　锥形转子制动三相异步电动机 …… (169)
第四节　潜水三相异步电动机 …… (175)
第五节　力矩异步电动机 …… (185)
第八章　电动机检修质量要求及检查试验 …… (193)
第一节　电动机检修的质量要求 …… (193)
第二节　电动机的检查试验 …… (198)
附录一　三相异步电动机技术数据 …… (207)

附表 1-1　Y 系列(IP44)小型三相异步电动机技术数据 …… (207)
附表 1-2　Y 系列(IP23)小型三相异步电动机技术数据 …… (216)
附表 1-3　YX 系列高效率三相异步电动机技术数据 … (219)
附表 1-4　YR 系列绕线转子三相异步电动机集电环电刷尺寸 …… (224)
附表 1-5　YR 系列(IP44)绕线转子三相异步电动机技术数据 …… (225)
附表 1-6　YR 系列(IP23)绕线转子三相异步电动机技术数据 …… (230)
附表 1-7　Y 系列(IP44)220/380V、50Hz 三相异步电动机技术数据 …… (234)
附录二　常用变极多速三相异步电动机技术数据…… (240)
附表 2-1　YD 系列变极多速三相异步电动机技术数据 …… (240)
附表 2-2　JDO_2(甲组)系列变极多速三相异步电动机技术数据 …… (262)
附表 2-3　JDO_2(乙组)系列变极多速三相异步电动机技术数据 …… (275)

第一章　三相异步电动机的基本知识

第一节　三相异步电动机的基本结构和工作原理

一、三相异步电动机的基本结构

所有的旋转电动机从机械结构上看，都是由静止的定子和可以转动的转子组成的。定、转子之间留有气隙。三相异步电动机的气隙一般为 0.25～2mm。气隙的大小对异步电动机的性能有很大影响。下面介绍三相异步电动机的基本构造(如图 1-1 所示)。

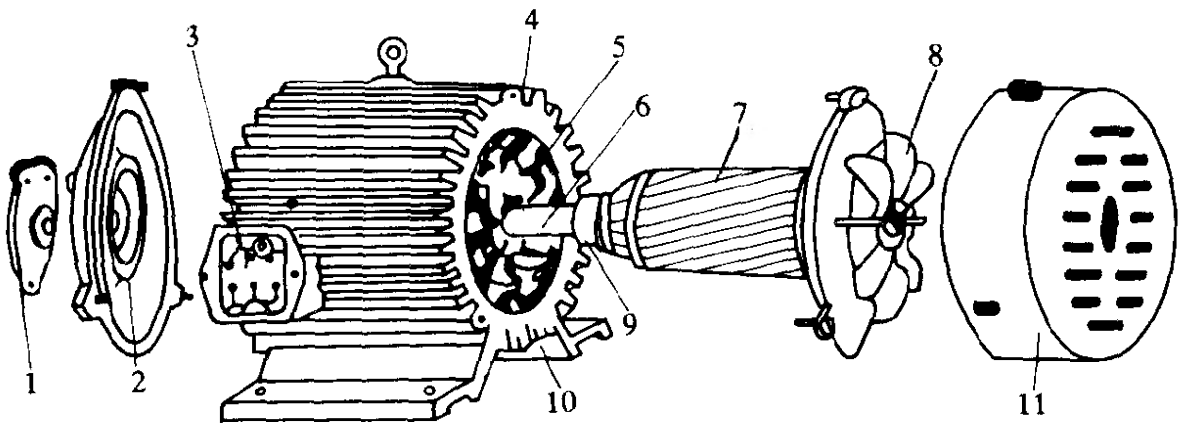


图 1-1　三相异步电动机的构造

1—轴承盖；2—端盖；3—接线盒；4—定子铁心；5—定子绕组；6—转轴；7—转子；8—风扇；9—轴承；10—机座；11—罩壳

1. 定子

三相异步电动机的定子主要由定子铁心、定子绕组和机座三部分组成。

(1) 定子铁心。定子铁心主要是作为电动机主磁通磁路的一

部分和放置定子三相绕组用的。为了降低铁心中的损耗，铁心一般采用厚度 0.5mm，表面涂有绝缘层并冲有一定槽形的硅钢片叠成。如图 1-2 所示。

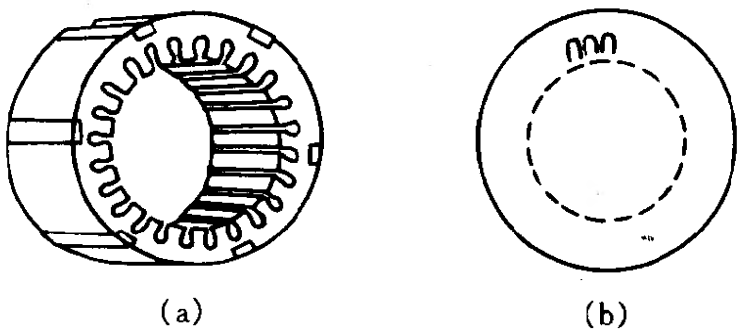


图 1-2　定子铁心

(a) 定子铁心；(b) 定子冲片

(2) 定子绕组。三相异步电动机定子绕组的作用是产生旋转磁场和吸收电功率。它是由三个完全相同的，在定子表面对称分布的绕组(每个为一相)根据需要连接成星形或三角形构成的三相对称绕组，如图 1-3 所示。

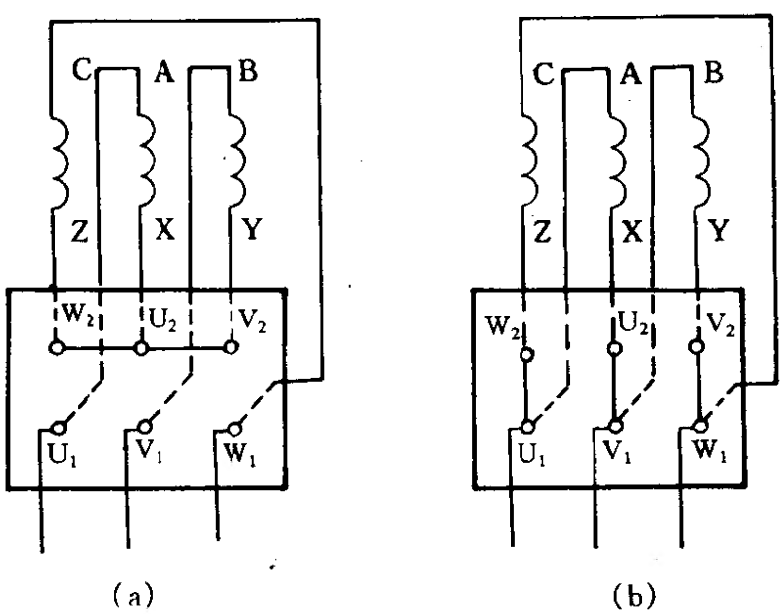


图 1-3　三相定子绕组的接法

(a) 星形连接；(b) 三角形连接

（3）机座。机座主要起固定和支撑定子铁心作用，一般不作为工作磁路的组成部分。所以大多采用铸铁铸造而成，也可用铸铝和塑料制成。

2. 转子

（1）转子铁心。转子铁心的作用与定子铁心相同，也是用0.5mm的硅钢片叠制而成，再套在转轴上。

（2）转子绕组。三相异步电动机转子绕组的作用是感生电势和电流，并与定子磁场作用产生转矩输出机械功率。转子绕组有鼠笼式和绕线式两种。

① 鼠笼式转子绕组。在转子铁心的每一槽内插入一根铜条，并在铁心两端各用一铜环（称为端环）把导条连接起来，形成一个闭合的多相（每根导条为一相）对称绕组（如图1-4(a)所示）。也可用铸铝的方法，把转子导条、端环和风叶用铝液一次浇铸而成（如图1-4(b)所示）。

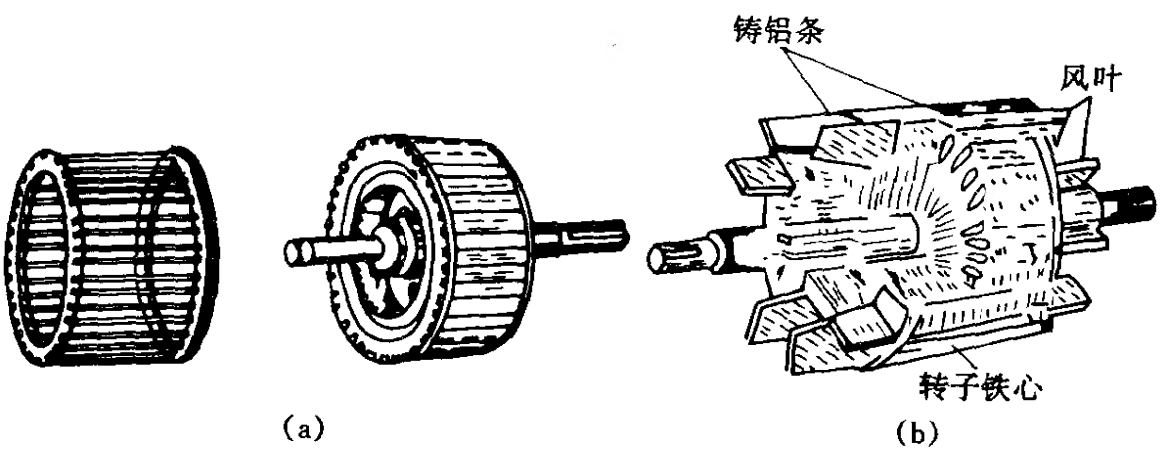


图1-4 鼠笼式转子

(a) 嵌铜条的转子；(b) 铸铝转子

② 绕线式转子绕组。绕线式转子绕组是一个与定子绕组相似的三相对称绕组，一般接成星形，三个出线端分别接到转轴上的三个与转轴绝缘的集电环上，再通过安装在定子端盖上的电刷装置与外电路相连(与外接电阻串联后短接或直接短接)，如图 1-5 所示。

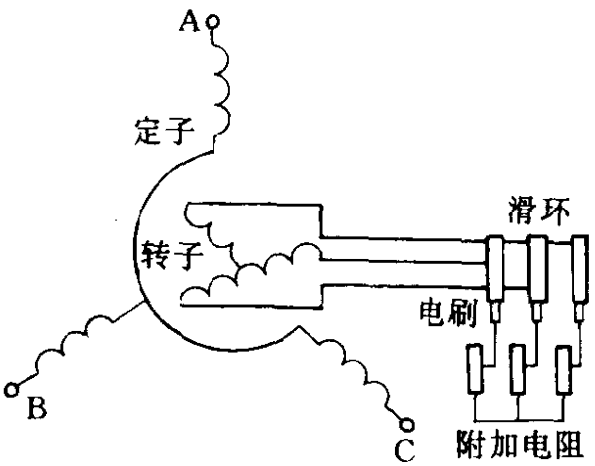


图 1-5　绕线式转子绕组示意图

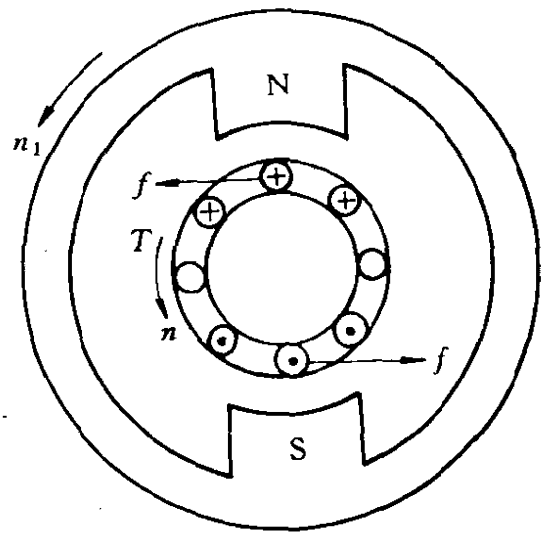


图 1-6　三相异步电动机工作原理

3. 其他部分

包括端盖和风扇等。端盖用来起保护和支撑转子轴的作用，风扇用来通风冷却。

二、三相异步电动机的工作原理

当异步电动机定子三相对称绕组中通以三相对称电流时，将在电机气隙中产生一个旋转磁场。这个旋转磁场的转向由绕组通电相序决定(由电流超前相绕组转向电流滞后相绕组)；旋转磁场的转速为 n_1，亦称同步转速，它由电源频率 f 和定子绕组的极对数 p 决定的，即 $n_1=60f/p$(单位为转/分或 r/min)。

如图 1-6 所示，设定子旋转磁场以 n_1 速度逆时针旋转，其磁

力线被转子导条切割并在转子导条中感生电动势。因为转子绕组是一个闭合绕组，在感应电势作用下转子绕组中会产生电流。由右手定则可确定在图 1-6 中 N 极下转子导条电流流入纸面，S 极下转子导条电流流出纸面。而载流导体在磁场中又受到力的作用，由左手定则知图 1-6 转子受到一个逆时针方向的转矩作用。若该转矩足够大，转子就顺着旋转磁场转动方向旋转。这就是异步电动机简单的工作原理。

由于转子转向与旋转磁场转向一致，如果转子转速达到 $n=n_1$，则旋转磁场与转子相对静止无切割作用，此时转子导体就不能感应电势，也不能产生电流和电磁转矩。所以这种电动机的转速不可能等于旋转磁场的转速，故称异步电动机。

又因为异步电动机转子导体中电流是感应产生的，所以又称其为感应电动机。这里的感应作用依赖于转子导条对旋转磁场的切割运动。转子速度 n 与旋转磁场速度 n_1 之差对磁场转速 n_1 的比值称为转差率 S，即 $S=(n_1-n)/n_1$。

转差率 S 是分析异步电动机工作情况的一个十分重要的参数。异步电动机在额定状态下运行时，其额定转差率 S_N 一般为 0.02～0.06。

第二节　三相异步电动机的分类和型号

一、三相异步电动机的分类

三相异步电动机用途广泛，种类繁多。对普通三相异步电动机来讲，一般可按转子结构形式进行分类，如表 1-1 所示。

表 1-1　三相异步电动机的分类

分类	转子结构形式	结构尺寸	冷却方式	工作定额	使用环境	防护型式
类别	绕线型 笼型 普通笼型 深槽 双笼	大型 $H>630$ （或 $D>990$ 或 16 号机座以上） 中型 $H=355\sim630$ （或 $D=560\sim990$ 或 11～15 号机座） 小型 $H=80\sim315$ （或 $D=120\sim500$ 或 1～9 号机座）	自冷式 自扇冷式 他扇冷式 管道通风式	连续工作制 断续周期工作制 短时工作制	普通 湿热 干热 船用 化工 高原 户外	开启式 防护式： 网罩式 防滴式 防溅式 封闭式 防水式 水密式 潜水式 隔爆式

二、三相异步电动机的型号

三相异步电动机的型号一般按下列顺序排列：

产品代号—规格代号—极数—特殊环境代号

1. 产品代号

(1) 产品类型代号。异步电动机用 Y 表示(老产品用 J 表示)。

(2) 产品特点代号。用表征电动机性能、结构或用途等有代表意义的汉字的汉语拼音第一个大写字母表示。如 R 代表绕线转子，D 代表多速电动机等。

(3) 设计序号。用阿拉伯数字表示的电动机产品的设计顺序。对于第一次设计的产品，则不标注设计序号。

2. 规格代号

中小型三相异步电动机的规格代号由：中心高(mm)、机座长度(字母代号：S 表示短机座、M 表示中机座和 L 表示长机座)、铁

心长度(数字代号)组成。如355M2,表示中心高355mm,中机座、2号铁心长。

3. 磁极数

用数字表示三相异步电动机旋转磁场的极数。

4. 特殊环境代号

用表征电动机可适应的特殊环境的有代表意义的汉字的汉语拼音第一个大写字母表示。一般环境不注,特殊环境代号如表1-2所示。

表1-2 特殊环境代号

环境条件	代号	环境条件	代号
"高"原用	G	"热"带用	T
"船"(海)用	H	"湿热"带用	TH
户"外"用	W	"干热"带用	TA
化工防"腐"用	F		

例如 Y—112S—6

- 6极($f=50$Hz, $n_1=1000$r/min)
- 规格代号,表示中心高112mm,短机座
- 产品代号,表示异步电动机

第三节 三相对称绕组

异步电动机的工作磁场是一种旋转磁场,它是由定子三相绕组中通以三相对称电流而建立的。因此,定子三相绕组必须保证由它建立的旋转磁场具有一定的磁极数、一定的大小,且在空间尽可能按正弦波形分布。

一、交流三相绕组的基本知识

1. 线圈

组成每相绕组的单元是线圈，它由一匝或多匝导线串联而成，有两个引出端，一个叫首端，另一个叫末端。线圈放在铁心槽内的两条边称为有效边，其间的电流方向相反。每个线圈的两条有效边应分别处于相反的极性下。

2. 电角度与机械角度(空间角度)

电动机圆周在几何上分成 360°，这个角度称为机械角度。在这样一个 360°圆周上可以均匀地形成 p 对磁极，而每一对磁极所占的空间角度定义为 360°电角度。因此，电动机圆周按电角度计算有 $p\times360°$电角度，即电角度$=p\times$机械角度。

3. 极距

相邻两个磁极(磁性相反)中心轴线(简称磁轴) 在定子圆周上所跨的距离叫极距，以 τ 表示。τ 可以用长度计算$\left(\frac{\pi D}{2p}\right)$，也可以用机械角度计$\left(\frac{360°}{2p}\right)$或用电角度表示(180°电角度)等。一般常以槽数表示，设定子铁心的槽数为 Z_1、极对数为 p，则

$$\tau=\frac{Z_1}{2p}。\tag{1-1}$$

4. 节距

一个线圈的两条有效边所跨定子圆周上的距离叫节距，以 Y_1 表示，一般用槽数计算。节距 Y_1 应接近极距 τ，以保证线圈的两条有效边分处不同极性下。$Y_1=\tau$ 的绕组称为整距绕组；$Y_1<\tau$ 的绕组称为短矩绕组；$Y_1>\tau$ 的绕组称为长距绕组。

5. 槽距角 α

相邻两个槽之间的电角度称为槽距角，

$$\alpha=\frac{p\times360°}{Z_1}。\tag{1-2}$$

6. 每极每相槽数 q

每一个磁极下每相绕组所占的槽数称为每极每相槽数 q。对

于三相绕组一般有

$$q = \frac{Z_1}{2pm} = \frac{Z_1}{6p}。 \tag{1-3}$$

式中 m 为相数。

7. 相带

每相绕组在一对极下所连续占有的宽度(用电角度表示)称为相带。在异步电动机中,一般将每相所占有的槽数均匀地分布在每个磁极下,所以每相占有60°电角度,称为60°相带(也有120°相带绕组,本书不讨论)。由于三相对称绕组在空间彼此要相距120°电角度,所以每对磁极下的相带依次为A、Z、B、X、C、Y。其中A相带与X相带为同一绕组在不同极性下所占的位置(B相带与Y相带、C相带与Z相带也一样),所以A相带中的导体与X相带的导体可以串联组成一个线圈。相带中的 q 个线圈一般串联成一个线圈组。

二、三相单层绕组的构成

根据产生旋转磁场的要求,三相绕组应由在空间对称分布的三个匝数、形状都相同的绕组构成。这样,只要确定一相绕组在定子槽内的排列和联接情况,另两相绕组就可以按互差120°电角度的原则排列和连接。

单层绕组的每一个槽内只有线圈的一条有效边,所以绕组的线圈数为槽数的一半。现以 $p=2, Z_1=24$ 的三相电机为例介绍三相单层绕组的构成。

1. 极距 τ

$$\tau = \frac{Z_1}{2p} = \frac{24}{2\times 2} = 6(\text{槽})$$

2. 每极每相槽数 q

$$q = \frac{Z_1}{6p} = \frac{24}{6\times 2} = 2(\text{槽})$$

3. 划分相带

60°相带的整数槽绕组每个相带有 q 个槽，每对极有 6 个相带。按槽的编号顺序($1\sim Z_1=24$)各相带所占槽为：A_1(1、2)；Z_1(3、4)；B_1(5、6)；X_1(7、8)；C_1(9、10)；Y_1(11、12)；A_2(13、14)；Z_2(15、16)；B_2(17、18)；X_2(19、20)；C_2(21、22)；Y_2(23、24)。上述相带中可以看作由 A_1 相带至 Y_1 相带构成第一对极，由 A_2 相带到 Y_2 相带构成第二对极，满足 $p=2$ 的要求。

4. 线圈的构成

A 相绕组的线圈由 A 相带与 X 相带的导体构成。具体构成方法如下。A 相带下的 1、2、13、14 与 X 相带下 7、8、19、20 槽中的导体可分别构成线圈 1-7、2-8、13-19 和 14-20。这四个线圈的形状、大小完全相同，它们构成的绕组称为等元件绕组。又因每个线圈的节距 $Y_1=6=\tau$，所以亦称整距绕组。由于完整的绕组看上去是由线圈一个接一个叠上去的，又称为单(层)叠绕组。其 A 相绕组的构成如图 1-7 所示。

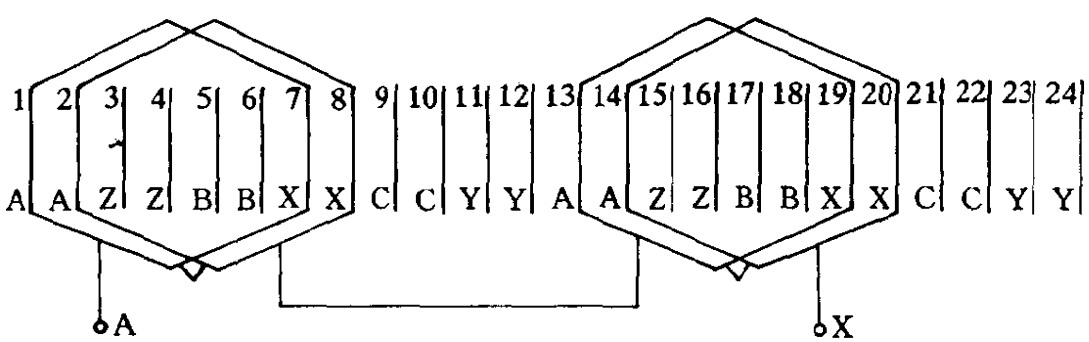


图 1-7　整距绕组

如图 1-8 所示，A 相带与 X 相带下的导体也可构成 2－7、13－8、14－19 和 1－20 四个短距线圈($Y_1=5<\tau=6$)。因这些线圈构成的相绕组形状如链条，故称链式绕组。

此外，A 相带的导体与 X 相带的导体也可构成节距不等的线圈：1－8、2－7、13－20、14－19。其中线圈 1－8 与 2－7、13－20 和

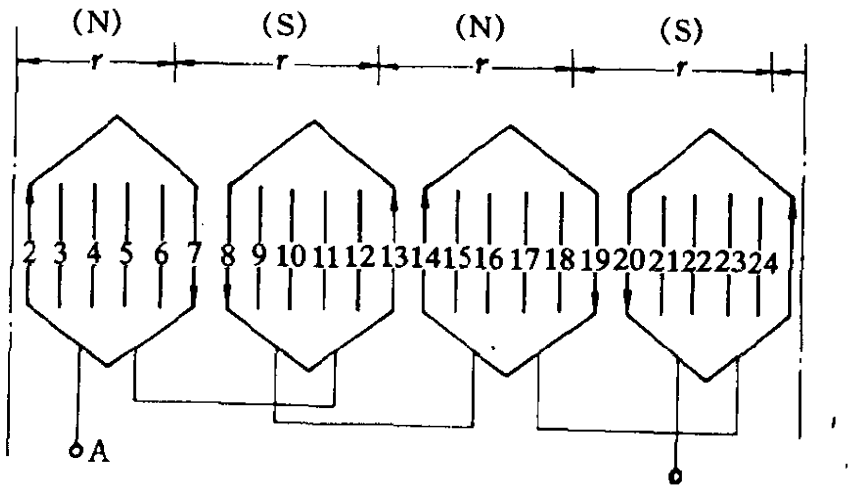


图 1-8　链式绕组

14－19 的中心重合，这四个线圈构成的绕组称为同心式绕组。

5. 相绕组的构成

线圈的构成确定后，在保证 A 相带下导体电流与 X 相带下导体电流反向的原则下，把 A 相所有线圈串联成一条电路，或由几个线圈数相同在磁极下位置对称的线圈组并联成一条相电路。如图 1-7 所示 A 相绕组的连接表为

(U_1)A——1－7～2－8～13－19～14－20——X(U_2)

A 相绕组构成后，B 相绕组与 C 相绕组构成的方法是一样的，只是在空间互差 120°电角度或相隔 $2q=4$ 槽。参照图 1-7A 相绕组的连接表，B、C 相绕组构成如下：

(V_1) B——5－11～6－12～17－23～18－24——Y(V_1)

(W_1) C——9－15～10－16～21－3～22－4——Z(W_2)

三、三相双层迭绕组的构成

交流双层绕组在槽内的导体分作上、下两层，每个线圈的一个有效边在某槽的上层，则其另一线圈边在另一个槽的下层。双层绕

组的总线圈数等于槽数。

现仍以 $p=2, Z_1=24$ 的三相电机为例，说明三相双层迭绕组的构成方法。

三相双层绕组的相带划分方法与单层绕组相同，区别主要在线圈的构成。通常选取节距 $Y_1 \leqslant \tau$，如本例中取 $Y_1=5$。节距 Y_1 选定，线圈的构成就确定了，即每槽的上层边与相隔 Y_1 个槽中的下层边构成一个线圈，如 $1-6_{下}$，$2-7_{下}$、$8-13_{下}$ 等等。而且，在三相双层绕组中一般把每一相带下的线圈（上层边在同一相带中）串联成一个线圈组。一个 p 对极的电动机，每相有 $2p$ 个相带即有 $2p$ 个线圈组，每个线圈组有 q 个线圈串联而成。本例 A 相有 4 个线圈组：

A_1——$1-6_{下}\sim 2-7_{下}$　X_1——$7\sim 12_{下}\sim 8-13_{下}$

A_2——$13-8_{下}\sim 14-19_{下}$　X_2——$19-24_{下}\sim 20-1_{下}$

然后，按 A 相带线圈与 X 相带线圈电流反向的原则把同相线圈组串联成一个支路或由几个线圈组数相等、在磁场中位置对称的支路并联而成一相绕组。本例中取支路数为一时的相绕组构成方法如下：

A——$(1-6_{下}\sim 2-7_{下})\sim(13_{下}-8\sim 12_{下}-7)\sim$

$(13-18_{下}\sim 14-19_{下})\sim(1_{下}-20\sim 24_{下}-19)$——X

本例支路数为二的构成方法为：

A——$(1-6_{下}\sim 2-7_{下})\sim(13_{下}-8\sim 12_{下}-7)$——X

A——$(13-18_{下}\sim 14-19_{下})\sim(1_{下}-20\sim 24_{下}-19)$——X

另二相绕组构成方法与 A 相绕组相同，只是空间位置相差 $120°/\alpha$ 个槽，这里不再列出。

四、变极绕组

因为三相异步电动机的运行转速接近旋转磁场的转速，而旋转磁场的转速又与极对数有关（$n_1=60f/p$）。为了使电机具有不同的转速，在多速电机中采用按一定规律改接定子绕组中部分线圈

的方法，以改变其电流方向获得不同的磁极对数。其变极原理及方法简介如下。

图 1-9 是变极三相绕组中某一相绕组的示意图，每相绕组可以看成由两个半绕组 1 和 2 组成。图 1-9(a)表示两个半绕组顺向串联，对应的极数 $2p=4$。如将半绕组 2 的始、末端改接，使其电流方向与顺向串联时相反，则可得到极数 $2p=2$ 的磁场。如图 1-9(b)所示是两个半绕组反向串联，图 1-9(c)所示为两个半绕组反向并联接法。即改变半绕组的接法可使极对数成倍地变化。

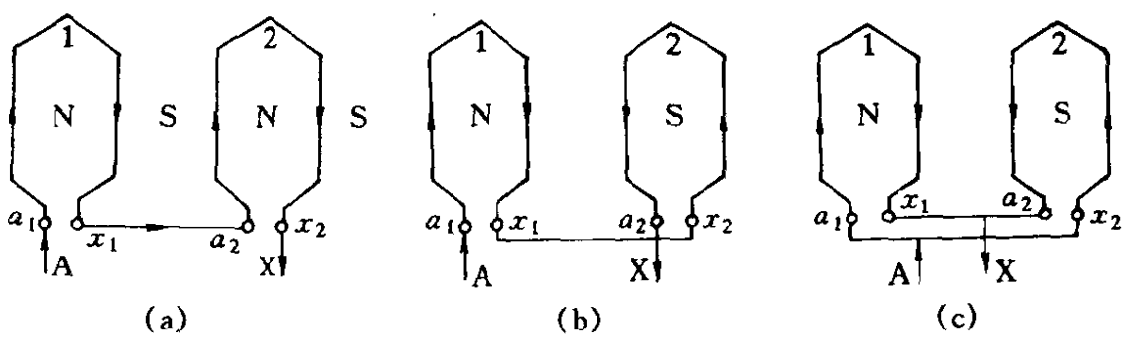


图 1-9　变极绕组示意图

三相绕组中各相绕组的接法是相同的，常用的三相绕组变极改接的方法有两种：一种是绕组从单星形(每相只有一条支路)改接成双星形(每相有两条支路)，写作 Y/YY；另一种是从三角形改接成双星形，写作△/YY。如图 1-10 所示。

必须注意的是，绕组改接后一般应将三相绕组中的任二相出线端换接，以保持高速与低速时电动机的转向相同。

三相对称绕组的结构种类很多，除上述 q 为整数的绕组外还有 q 为分数的分数槽绕组；除迭绕组外还有波绕组等等，这里不一一作介绍了。

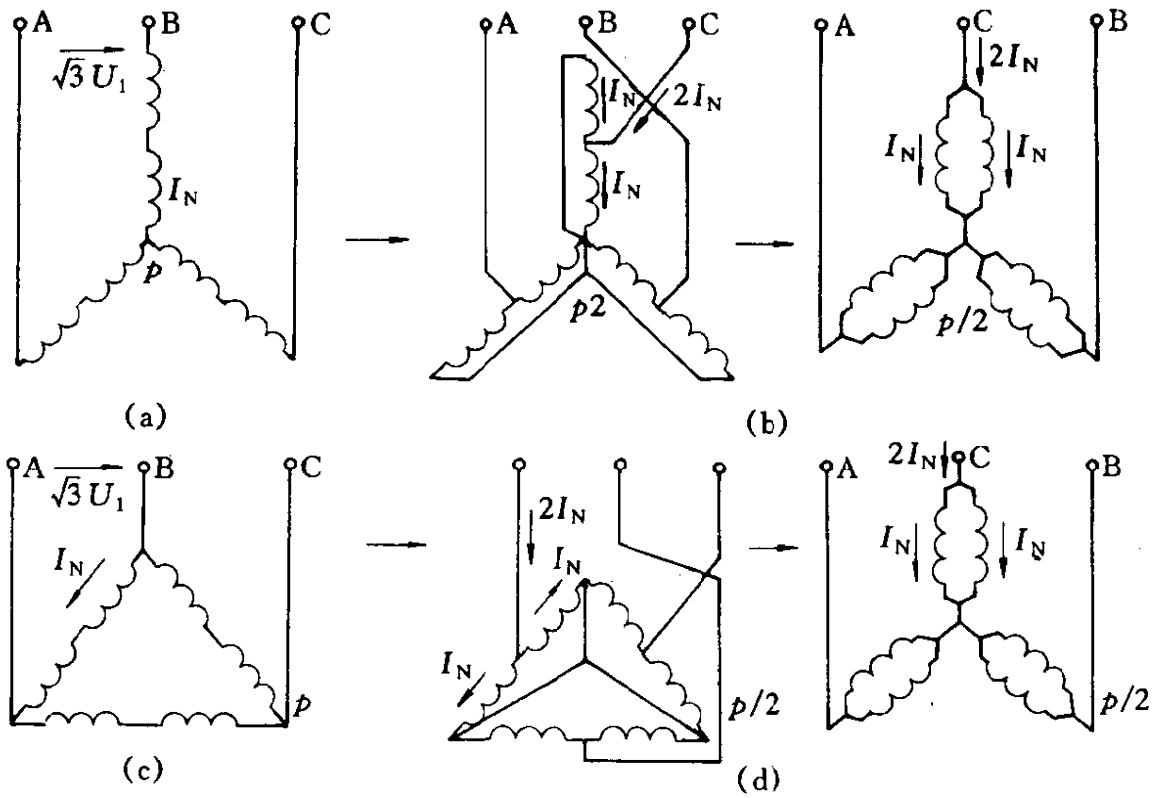


图 1-10　常用的两种变极绕组接线

第四节　三相异步电动机的技术数据

一、铭牌数据

异步电动机的机座上都有一块铭牌，给用户提供简要的正确使用数据。

1. 型号

表示电机品种、性能、规格、防护型式、转子类型等。

2. 额定功率

表示在满载运行时电动机轴上所输出的机械功率。以千瓦(kW)或瓦(W)为计算单位。

3. 接法

表示在额定电压下，电机定子绕组的接法，一般有星形接法(用 Y 表示) 和三角形接法(用△表示)两种。

4. 额定电压

指按铭牌规定接法联接时，电机绕组上应加的额定线电压，以

伏(V) 为单位。电机所接的电源电压值的变动一般不应超过额定电压的±5%。

5. 额定电流

指电机在规定接法、额定电压下使用，输出额定功率时流入定子绕组的线电流，也即额定电流，以安(A)为单位。

6. 额定转速

指在额定电压、额定频率和额定负载情况下，电机每分钟的转数(r/min)。

7. 额定频率

指交流电源每秒钟内周期变化的次数。我国规定标准电源频率为 50 周/秒，或称 50 赫兹(Hz)。

8. 绝缘等级

表示电机绕组的绝缘等级，它与电机所能承受的温度有关。其中，A 级绝缘为 105℃；E 级绝缘为 120℃；B 级绝缘为 130℃；F 级绝缘为 155℃；H 级绝缘为 180℃。有些电机制造厂铭牌上不标绝缘等级，而标以温升(为电机容许的最高温度减去 40℃)。如 F 级绝缘可标以温升 115℃。

9. 定额

指电机符合上述规定数据可以持续运行的时间，一般用连续或短时或断续表示。

(1) 连续工作制定额(S_1)。在额定负载下不受时间限制可连续运行。

(2) 短时工作制定额(S_2)。在额定负载下，以实际冷状态开始只能在限定的时间内短时连续工作。短时运行的标准持续时间分为 10min，30min，60min 和 90min 四种。

(3) 继续工作制定额(S_3)。在额定数据下电机只能间断运行。以 10min 为一个周期，电机负载工作时间所占的百分比称为负载持续率。标准负载持续率分为 15%、25%、40%和 60%四种。

此外，铭牌上还有电机重量、编号、出厂年月等等。如为绕线式

转子异步电动机，则铭牌上还有转子开路电压和转子电流数据，供配用起动电阻时参考。

二、电动机的技术数据

三相异步电动机的技术数据包含以下几项：

(1) 型号。

(2) 额定值。有额定功率、电流、电压、转速、效率和额定功率因数；

(3) 起动能力和过载能力。有起动(堵转)电流与额定电流的比值、起动转矩与额定转矩的比值(起动能力)和最大转矩与额定转矩的比值(过载能力)；

(4) 结构数据。有铁心长度、气隙长度、定子外径、定子内径、槽数等；

(5) 绕组数据。有定子线规、每槽线数、并联支路数、绕组型式和节距等；

(6) 转动惯量和重量。

常用的三相异步电动机技术数据见本书附录一，或查阅电动机手册等技术资料。

第五节　电动机修理中的常用材料

一、导电材料

1. 电磁线

电磁线是一种具有绝缘层的导电金属(铜线或铝线)，常用以绕制电机绕组。

在中小型电机中广泛应用的电磁线是漆包线。漆包线是以漆膜为绝缘层，漆膜的特点是薄而均匀、光滑。

电动机中常用的漆包线的规格、特点和用途见表 1-3。

表 1-3　电机常用电磁线

类别	耐热等级	产品名称	型号	规格	特点		主要用途	标准号
					优点	局限性		
漆包线	B级（130℃）	聚酯漆包圆铜线	QZ-1 QZ-2	0.02～2.50	1. 在干燥和潮湿条件下，耐电压击穿性能优 2. 软化击穿性能优	1. 耐水解性差（用于密闭的电机、电器时须注意） 2. 热冲击性尚可 3. 与聚氯乙烯、氯丁橡胶等含氯高分子化合物不相容	通用的中小电动机绕组	GB6109.2-85
		聚酯漆包圆铝线	QZL-1 QZL-2	0.06～2.50				企业标准
		彩色聚酯漆包圆铜线	QZS-1 QZS-2	0.06～2.50				JB1174-74
		聚酯漆包扁铜线	QZB	a边 0.8～5.6 b边 2.0～18.0				
		聚酯漆包扁铝线	QZLB	a边 0.8～5.6 b边 2.0～18.0				JB1174-74
	F级（155℃）	聚酯亚胺漆包圆铜线	QZY-1 QZY-2	0.06～2.50	1. 在干燥和潮湿条件下，耐电压击穿性能优 2. 热冲击性能良 3. 软化击穿性能良	1. 在含水密封系统中易水解（用于密封电机、电器时须注意） 2. 与聚氯乙烯、氯丁橡胶等含氯高分子化合物不相容	高温电动机和致冷装置中电动机的绕组	企业标准
		聚酯亚胺漆包扁铜线	QZYB	a边 0.8～5.6 b边 2.0～18.0				

（续表）

类别	耐热等级	产品名称	型号	规　格	特　点		主要用途	标准号
					优　点	局限性		
漆包线	C级（200℃）	聚酰胺酰亚胺漆包圆铜线	QXY-1 QXY-2	0.06～2.50	1. 耐热性优，热冲击及软化击穿性能优 2. 耐刮性优 3. 在干燥和潮湿条件下耐击穿电压优 4. 耐化学药品腐蚀性能优 5. 适用于密闭式的电动机绕组	与聚氯乙烯、氯丁橡胶等含氯的高分子化合物不相容	高温重负荷电动机、牵引电动机、致冷设备电动机的绕组	企业标准
		聚酰胺酰亚胺漆包扁铜线	QXYB	a边 0.8～5.6 b边 2.0～18.0				
		聚酰亚胺漆包圆铜线	QY-1 QY-2	0.02～2.5	1. 漆膜的耐热性是目前漆包线品种中最好的 2. 软化击穿及热冲击性优，能承受短期过载负荷 3. 耐低温性优 4. 耐辐射性优 5. 耐溶剂及化学药品腐蚀性优	1. 耐刮性尚可 2. 耐碱性差 3. 在含水密封系统中，容易水解 4. 漆膜受卷绕应力容易产生裂纹（浸渍前，须在150℃左右加热1h以上，以消除应力）	耐高温电动机	JB2080-77
		聚酰亚胺漆包扁铜线	QYB	a边 0.8～5.6 b边 2.0～18.0				企业标准

（续表）

类别	耐热等级	产品名称	型号	规格	特点		主要用途	标准号
					优点	局限性		
漆包线	A级（105℃）	耐致冷剂漆包线	QF	0.6～2.50	在密闭装置中，能耐潮、耐致冷剂	漆膜受卷绕应力，易产生裂纹（浸渍前须在120℃左右加热1h以上消除应力）	空调设备和致冷设备电动机的绕组	企业标准
薄膜绕包线	C级（220℃）	聚酰亚胺薄膜绕包圆铜线	Y	2.5～6.0	1. 耐热性和耐低温性优 2. 耐辐射性优 3. 在高温下电压击穿性能好 4. 和玻璃丝包线相比槽满率较高	在含水密封系统中易水解	高温运行的轧钢电动机、牵引电动机、深井泵电动机，耐辐射等特种电机绕组	企业标准
		聚酰亚胺薄膜绕包扁铜线	YB	a边2.0～5.6 b边2.0～16.0				
特种电磁线	65℃	聚氯乙烯绝缘潜水电动机绕组线	QV	线芯截面 0.5～19.0mm²	耐水性能较好	槽满率低，绕制线圈时易损伤绝缘层	潜水电动机绕组	企业标准
	70℃	聚乙烯绝缘尼龙护套湿式潜水电动机绕组线	QYN SYN	线芯截面 0.5～19.0mm²	1. 耐水性良好 2. 护套机械强度高	槽满率低	潜水电动机绕组	JB4014-85

（续表）

类别	耐热等级	产品名称	型号	规　格	特　点		主要用途	标准号
					优　点	局限性		
玻璃丝包线及玻璃丝包漆包线	B级（130℃）	双玻璃丝包圆铜线	SBEC	0.25～6.0	1.过负载性优 2.耐电晕性优 3.玻璃丝包漆包线的耐潮性好	1.弯曲性较差 2.耐潮性较差	发电动机、大中型电动机、牵引电动机	GB1342-77
		双玻璃丝包圆铝线	SBELC	0.25～6.0				
		双玻璃丝包扁铜线	SBECB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				
		双玻璃丝包扁铝线	SBE-DCB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				
		单玻璃丝包聚酯漆包扁铜线	QZS-BCB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				
		单玻璃丝包聚酯漆包扁铝线	QZS-BLCB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				
		双玻璃丝包聚酯漆包扁铜线	QZS-BECB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				

（续表）

类别	耐热等级	产品名称	型号	规　格	特　点		主要用途	标准号
					优　点	局限性		
玻璃丝包线及玻璃丝包漆包线	B级（130℃）	双玻璃丝包聚酯漆包扁铝线	QZSB-ELCB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0	1.过负载性优 2.耐电晕性优 3.玻璃丝包漆包线的耐潮性好	1.弯曲性较差 2.耐潮性较差	发电动机、大中型电动机、牵引电动机	GB1342-77
		单玻璃丝包聚酯漆包圆铜线	QZSBC	0.53～2.50				
	F级（120℃）	单玻璃丝包缩醛漆包圆铜线	QQSBC		1.过负载性优 2.耐电晕性优 3.耐潮性优	弯曲性较差		GB1342-77
	F级（155℃）	双玻璃丝包聚酯亚胺漆包扁铜线	QZYS-BEFB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0	1.过负载性优 2.耐电晕性优 3.耐潮性优	弯曲性较差		企业标准
		单玻璃丝包聚酯亚胺漆包扁铜线	QZYS-BFB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				

（续表）

类别	耐热等级	产品名称	型号	规　格	特　点		主要用途	标准号
					优　点	局限性		
玻璃丝包线及玻璃丝包漆包线	H级（180℃）	硅有机漆双玻璃丝包圆铜线	SBEG	0.25～6.0	1.过负载性优 2.耐电晕性优 3.用硅有机漆浸渍改进了耐水耐潮性能	1.弯曲性较差 2.硅有机浸渍漆粘合能力较差，绝缘层的机械强度较差		企业标准
		硅有机漆双玻璃丝包扁铜线	SBEGB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				
	B级（180℃）	双玻璃丝包聚酰亚胺漆包扁铜线	QYSB-FGB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0	1.过负载性优 2.耐电晕性优 3.耐潮性优	弯曲性较差		企业标准
		单玻璃丝包聚酰亚胺漆包扁铜线	QYS-BGB	a边 0.9～5.6 b边 2.0～18.0				

2. 电动机常用的引接线

在电动机修理中常用的电动机引接线见表 1-4。

表 1-4　常用的电动机引接线品种规格

产品名称	型号	工作电压（V）	配套产品耐温等级	规　格（mm^2）	用　　途
橡皮绝缘丁腈护套引接线	JBQ	500	B 级	0.2～120	可用于湿热带地区。JBF 一般用于小型电动机，其他用 JBQ 型。
		1140		0.5～120	
丁腈聚氯乙烯复合物绝缘引接线	JBF	500	B 级	0.03～50	
6kV 橡皮绝缘氯丁护套引接线	JBHF	6000	B 级	6～120	6kV 的 B 级电动机作引接线用
氯磺化聚乙烯绝缘引接线	JBYS	500	B 级	0.2～120	同 JBQ 型，但有良好的耐臭氧、耐寒和耐溶剂性能，耐热性优于上述几个品种
		1140		0.5～120	
		6000		6～120	
乙丙橡皮绝缘引接线	JFEH	6000 及以下	B 级 F 级	0.75～240	用于耐温等级较高的电动机作引接线，电性能优良，可用于湿热地区
硅橡胶绝缘引接线	JHXG	500	F 级 H 级	0.75～240	用于 F、H 级电动机作引接线

二、绝缘材料

绝缘材料又称电介质。它在直流电压作用下，只有极微小的电流通过。其电阻率大于 $10^9\Omega \cdot cm$。

绝缘材料的主要作用是用来隔离带电的或不同电位的导体，使电流能按一定的方向流通。

电动机的使用寿命和质量在很大程度上取决于绝缘材料的性能。电工绝缘材料按其在正常运行条件下允许的最高工作温度分级，称为耐热等级（又称绝缘等级）。国内通行的等级标准见表1-5。

表1-5　绝缘材料的耐热等级

耐热等级	极限最高温度（℃）	绝　　缘　　材　　料
E级	120	聚酯薄膜复合材料、玻璃布、油性树脂漆、聚乙烯醇缩醛高强度漆包线，乙酸乙烯耐热漆包线
B级	130	聚酯薄膜经树脂粘合或浸渍涂覆的云母、玻璃纤维、石棉等，聚脂漆
F级	155	以有机纤维材料补强和石棉补强的云母片制品，玻璃丝和石棉，玻璃漆布，以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品，以无机材料作补强和石棉补强的粉云母制品，化学热稳定性较好的聚脂和醇酸类材料，复合硅有机聚脂漆
H级	180	无补强或以无机材料为补强的云母制品加厚的F级材料复合云母，有机硅云母制品，硅有机漆、硅有机橡胶，聚酰亚胺复合玻璃漆布，复合薄膜，聚酰亚胺漆
C级	180以上	不采用任何有机粘合剂及浸渍剂的无机物，如石英、石棉、云母、玻璃和电瓷材料等

电动机修理中常用的绝缘材料有绝缘漆、绝缘薄膜、云母制品、绝缘纤维制品、绝缘套管等，它们的规格和性能见表1-6至表1-16。

表 1-6　常用的绝缘浸渍漆型号和用途

名　称	型　号	颜　色	耐热等级	干燥时间 105±2℃时 (h)	主要成分	主要特点及用途
三聚氰胺醇酸漆	1032 或 A30-1	黄至褐色	B	2	油改性醇酸树脂漆和丁醇改性三聚氰胺树脂漆等 溶于二甲苯	有较好的耐热、耐潮和介电性能，热固化性好，漆膜附着力强，耐霉性一般 适用于一般地区和湿热带地区电动机、电器线圈浸渍
环氧酯漆	1033 或 H30-2	黄至褐色	B	(120+2℃) 2	亚麻油脂肪酸、环氧树脂和三聚氰胺树脂漆等 溶于二甲苯和丁醇	具有较好的耐油、耐热、耐潮和介电性能，固化性好，漆膜柔韧，附着力强，有良好的抗化学药品浸蚀性能 适用于湿热带和化工用电动机、电器线圈的浸渍和零部件的表面覆盖
三聚氰胺环氧醇酸漆			B	0.5	低分子环氧树脂、油改性醇酸树脂和丁醇改性三聚氰胺甲醛树脂等 溶于二甲苯	干燥迅速，具有高耐热、耐潮和耐化学气体性能，热固化性好，漆膜粘结力强 适用于湿热带和化工用的电动机、电器线圈的浸渍

（续表）

名　称	型　号	颜　色	耐热等级	干燥时间 105±2℃时 (h)	主 要 成 分	主 要 特 点 及 用 途
酚醛醇酸树脂漆	5068		B	(125±2℃) 2	桐油改性酚醛树脂和亚麻油改性醇酸树脂等 溶于二甲苯、丁醇混合物	干燥快，固化性好，贮存稳定，漆膜附着力强，具有较高的耐热、耐潮和介电性能，防霉性中等 适用于热带电动机的线圈浸渍
三聚氰胺沥青漆	5069		E	(125±2℃) 1	沥青与丁醇改性三聚氰胺树脂和干燥剂等	厚层漆膜干燥速度快，干透性好，抗水性优良 适用于湿热带地区和使用环境湿度较大的电动机线圈浸渍
胺基酚醛醇酸漆	A30-2	黄至褐色	B	1	酚醛改性醇酸树脂及胺基树脂等 溶于二甲苯、溶剂油	固化性好，对油性漆包线溶解性小 适用于普通地区电动机线圈浸渍
无溶剂漆	5063 H30-1 5.31	棕色透明 淡黄色	E～B	(130℃) 10min (120～130℃) 60min	环氧树脂液体酸酐和苯乙烯等	固化快，耐潮、耐热性及电绝缘性良好，不需溶剂 适用于湿热带电动机的线圈浸渍

（续表）

名　称	型　号	颜　色	耐热等级	干燥时间 105±2℃时 (h)	主要成分	主要特点及用途
有机硅浸渍漆	1050 W30-1 957	淡黄	H	(200℃) 0.5	二甲基、甲基和苯基氯硅烷等 溶于甲苯	具有良好的热固性和浸渍能力，漆膜具有高耐热、耐寒和介电性能 适用于长期在高温条件下工作的电动机线圈浸渍
	1051 W30-2 947	淡黄至深褐色	F～H	(200℃) 15min	聚酯改性的聚硅氧烷树脂等，溶于二甲苯与酒精，氯化苯、乙二醇乙醚 溶于甲苯	漆膜耐热、耐潮和介电性能良好 适用于高温工作的电动机线圈浸渍和耐高温硅钢片的绝缘涂层(使用时不加干燥剂)
	1052 W30-4 955	淡黄色	H	(200℃) 3	二甲基和苯基氯硅烷等溶于甲苯	漆膜具有高耐潮、防霉和介电性能，但低温烘干后在100℃下会软化。为获得高温下软化性能小的漆膜，在150℃以上的温度中至少处理10h 适用于电动机的防潮、防霉、覆盖漆和短时工作温度达250℃的电动机线圈浸渍
	1053	淡黄至褐红色	H	(200℃) 2	二苯基二氯硅烷的聚硅氧烷树脂等 溶于甲苯、二甲苯	干透和固化性好、粘结力较高、漆膜不起泡，具有高耐热、防潮、防霉和介电性能 适用于高温工作的电动机浸渍

注：括号内的数据均为原化工部的规定标准。

表 1-7　常用覆盖漆型号及用途

名　称	型　号	颜色	耐热等级	干燥时间 105±2℃时 (h)	主　要　成　分	主要特性及用途
沥清半导体漆	1213 (L38-2) 1214 (L38-1)	黑色	A	(20±2℃) 3	1211 沥清凉干漆和炭黑调剂制成，溶剂同 1211	用于高压电动机线圈表面覆盖层，消除电晕或增强抗电晕能力
醇酸半导体漆	哈 5145		B	(20±2℃) 8	醇酸漆、立德粉和炭黑等 溶于甲苯	同1213，1214，但硬度高，耐油性好，机械强度和粘结力比 1213，1214 高
灰色覆盖漆	1320 (C32-8)	灰色	B	3	植物油改性醇酸树脂、矿物颜料，有机溶剂及催干剂等调制而成 溶于二甲苯或甲苯	漆膜的硬度和强度高，耐矿物油、耐电弧，供电动机定、转子线圈作覆盖层
凉干灰色覆盖漆	1321 (C32-9)	灰色	B	(20±2℃) 24	同 1320	同 1320，但可在室温下干燥
红色覆盖漆	1322 (C32-8) 1328 (C32-9)	红色	B	3	醇酸油漆加颜料，有机溶剂和催干剂等 溶于二甲苯和甲苯	同 1320
低温干燥环氧脂覆盖漆	1361			60～80℃下迅速烘干	酚醛树脂、油改性环氧酯漆、钛白粉、烟黑、防霉剂和二甲苯等 溶于二甲苯	速干、漆膜具有良好的介电、防潮和粘结性能 不宜高温烘焙电动机作表面覆盖漆

（续表）

名　称	型　号	颜色	耐热等级	干燥时间 105±2℃时 (h)	主　要　成　分	主要特性及用途
有机硅覆盖漆	1350 (W32-2)	红色	H	(200±2℃) 3	聚脂改性聚硅氧烷树脂、甲苯和矿物颜料等 溶于二甲苯	漆膜的硬度、耐热及耐油性高，耐潮性良好，防霉性中等 供长期工作温度为180℃或耐高温度的H级绝缘电动机线圈作覆盖层
环氧酯覆盖漆	西163 西164		B	120℃以上室温	环氧酯漆和矿物颜料	供热带和B级电动机线圈及外壳作涂层
灰色烘干覆盖漆	601	灰色	B	3	1320覆盖漆、酸性硫柳汞防霉剂配制而成	漆膜的硬度和强度高，耐矿物油，具有良好的防霉性 供湿热带电动机线圈、零部件作表面覆盖层
硅钢片漆	1611 (T35-2)	黄色	A	(210±2℃) 12min 或350~450℃高温，快干	聚合亚麻油和桐油、松脂酸盐等 溶于200号溶剂、松节油、煤油等	能形成坚硬、耐油或耐水的漆膜 供电动机铁心作片间绝缘以降低涡流损耗
	1650 (W35-1)	淡黄或褐色	H	(200±2℃) 15min	聚硅氧烷树脂溶于煤油而成	具有高耐热性 供长期工作温度为180℃以下的电动机的硅钢片作绝缘层

注：括号内的数据均为原化工部规定的标准。

表 1-8　绝缘薄膜型号、规格及用途

名　称	型　号	规　格（mm）	耐热等级	电击穿强度（不低于 kV/mm）	主要特点及用途
聚脂薄膜	2820	0.04，0.05 0.075，0.10	E～B	130	有高机械强度、弹性和介电性能，耐电晕性差。适用于低压电动机槽绝缘及相间绝缘或包扎绝缘
聚酰亚胺薄膜	西 299 哈 2860	0.03～0.15	H	110	有良好的耐酸、耐溶剂、耐高温、耐寒、抗辐射、抗燃及介电性能，供牵引、船舶、航空耐高温电动机的槽衬及绕组的包扎绝缘
芳香聚酰胺薄膜		0.4～0.5	F	88	有良好的耐高温、耐寒、耐辐射、耐腐蚀、抗氧化、抗燃和介电性能。供耐热、耐化学腐蚀及航空等特殊电动机作槽衬及线圈绝缘
聚四氟乙烯薄膜	BBF-4-1	定向 0.02～0.04	C	200	有优良的耐热、介电和耐电弧性能，耐潮、耐化学腐蚀（在浓酸、浓碱和强氧化剂中都不起作用）、耐寒性好（－170℃下仍保持柔性）。供特种电动机作绝缘
	BBF-4-2	定向 0.02～0.10 半定向 0.05～0.10 不定向 0.08～0.20	C	100 60 40	
	BBF-4 3	定向 0.02～0.1 半定向 0.05～0.1 不定向 0.08～0.2	C	60 40 30	
	BBF-4-4	不定向 0.3～0.5	C	20	

表 1-9　薄膜复合材料的型号、规格及用途

名　称	型　号	规格（mm）	耐热等级	击穿电压（有效值）不低于（kV）	所用薄膜	所用底材	主　要　用　途
聚酯薄膜复合纸板	6520 2920 西 290	0.15,0.20,0.25 0.30	A～E	6.5～12	聚酯薄膜	绝缘纸板（QB342/63）	供 A、E 级电动机作槽衬及线圈的匝间、相间绝缘
聚酯薄膜复合布箔		0.15,0.17,0.20 0.24,0.25,0.30	A～E	8.0～12	聚酯薄膜	黄漆布（或黄漆绸）	
聚酯薄膜复合玻璃漆布箔	6530 2930 西 292 哈 2921 上 2252	0.17 0.20 0.21	B	8.0～12	聚酯薄膜	2432 醇酸玻璃漆布	供 E 级、B 级和热带电动机作槽衬及线圈层间、相间绝缘
聚四氟乙烯玻璃漆布箔			G		聚四氟乙烯薄膜	轻处理的玻璃布	供 C 级电动机作槽绝缘、线圈匝间、相间绝缘

（续表）

名　称	型　号	规　格（mm）	耐热等级	击穿电压（有效值）不低于（kV）	所用薄膜	所用底材	主　要　用　途
芳香聚酰亚胺粉云母板玻璃箔	云 702-1 云 702-2	0.2 0.25	B～H		芳香聚酰亚胺薄膜	玻璃布粉云母纸	用于 B～F 级直流电动机槽绝缘及线圈匝间、相间绝缘
聚酯薄膜聚酯纤维纸复合箔	DMD	0.2 0.25	B	10～12	聚酯薄膜	两层聚酯纤维纸	用于 B 级电动机槽绝缘，端部层间绝缘、匝间绝缘和衬垫绝缘。可用于湿热地带
聚酯薄膜芳香族聚酰胺纤维纸复合箔	NMN	0.25 0.30	F	10～11	聚酯薄膜	两层芳香族聚酰胺纤维纸	用于 F 级电动机槽绝缘，端部层间绝缘、匝间绝缘和衬垫绝缘
聚酰亚胺薄膜芳香族聚酰胺纤维纸复合箔	NHN	0.25 0.30	H	7～12	聚酰亚胺薄膜	两层芳香族聚酰胺纤维纸	同上，但适用于 H 级电动机

表 1-10　常用云母带的型号、规格及用途

名称	型号	标称厚度（mm）	耐热等级	击穿强度（不小于 kV/mm）	胶粘漆	补强材料	主要特性及用途
醇酸纸云母带		0.10、0.13 0.17	B	16	1430 醇酸油漆	双面云母带纸	同 5030，但耐热性更好
醇酸纸云母带		0.10 0.13	B	20	1430 醇酸油漆	双面云母带纸	具有高介电性能，其他同 5430
醇酸绸云母带	5432	0.10 0.17	B	16	1430 醇酸油漆	一面绸，一面云母带纸	抗张力较强，其他同 5430
醇酸玻璃云母带	5434	0.10、0.13 0.15、0.17	B	16	1430 醇酸油漆	一面无碱玻璃布，一面云母带纸	抗张力更强，其他同 5430
有机硅玻璃云母带	5450	0.10、0.13 0.15	H	16	有机硅漆	单面或双面无碱玻璃布	耐热性高，可用于工作温度达 180℃的各类防爆、牵引、船舶、矿山等电动机作线圈绝缘
有机硅玻璃粉云母带	5450-1	0.10、0.15 0.17	H	(1.5)	有机硅漆	单面或双面无碱玻璃布	同 5450
有机硅玻璃金云母带	5450-2	0.10、0.13 0.15	H	16	有机硅漆	单面或双面无碱玻璃布	同 5450

注：括号内数值为击穿电压，kV。

表 1-11　常用云母板的型号、规格及用途

名　称	型号	规　格 (mm)	耐热等级	胶粘漆	补强材料	击穿强度(kV/mm)不小于			主要特性及用途
						0.15	0.2～0.25	0.3～2	
醇酸纸柔软云母板	5130	0.15 0.2 0.25 0.3 0.4 0.5	B	1430 醇酸油漆	双面云母带纸	15	20	15	厚度均匀，常温下柔软性良好，在湿热气候条件下电绝缘性能良好 适于作B级包扎绝缘及匝间、相间绝缘，并适于在湿热带使用
醇酸纸柔软粉片云母板	5130-3		B	1430 醇酸油漆	双面云母带纸	15	20	15	
醇酸玻璃柔软云母板	5131		B	1430 醇酸油漆	双面无碱玻璃布	16	18	16	
醇酸玻璃柔软云母板	5136	0.15 0.20 0.30	B	1430 醇酸油漆	单面无碱玻璃布	16	18	16	
沥青玻璃柔软云母板	5135	同 5130	B	1410 沥青漆	双面无碱玻璃布	16	18	16	
醇酸柔软云母板	5132	0.13,0.2 0.25,0.3 0.4,0.5	B	1410 醇酸油漆	无	20	25	20	

（续表）

名　　称	型号	规　格（mm）	耐热等级	胶粘漆	补强材料	击穿强度(kV/mm)不小于			主要特性及用途
						0.15	0.2～0.25	0.3～2	
醇酸柔软云母板	5133	同 5130	B	1430醇酸油漆	无	25	25	25	同上
有机硅柔软云母板	5150	同 5130	H	有机硅漆	无	20	25	20	耐热性高，其余同上
有机硅玻璃柔软云母板	5151	同 5130	H	有机硅漆	双面无碱玻璃布	16	18	16	
有机硅玻璃柔软粉云母板	5151-1	同 5130	H	有机硅漆	双面无碱玻璃布	15	25	20	耐热性高，其余同上
有机硅玻璃柔软云母板	5152	同 5136	H	有机硅漆	单面无碱玻璃布	16	18	16	
磷酸铵衬垫金云母板	5760-2	0.5，0.8 1.0，1.5 2.0	H	磷酸铵水溶液				10	供低压中、小型 F、H 级绝缘的电动机作衬垫绝缘

（续表）

名　称	型号	规　格（mm）	耐热等级	胶粘漆	补强材料	击穿强度(kV/mm)不小于			主要特性及用途
						0.15	0.2～0.25	0.3～2	
有机硅衬垫云母板	5755	0.15,0.5 0.6,0.7 0.8,0.9 1.0,1.5 2.0,3.0 4.0,5.0	H	有机硅漆	无	30		20	耐高温，供汽轮发电动机和高温电动机作槽衬绝缘和匝间绝缘
有机硅衬垫金云母板	5755-2	0.15	H	有机硅漆	无	30			
虫胶换向器云母板	5533 5535	0.4～1.5 相隔 0.05	A	虫胶漆	无			18	适于作直流电动机换向器铜片间的绝缘，5535，5535-2 收缩率低，适用于特殊的高速电动机
虫胶换向器金云母板	5533-2 5535-2		A	虫胶漆					
环氧换向器粉云母板	5536-1		B	环氧树脂漆	无			20	适用于 B 级、转速高的直流电动机作换向器片间绝缘

表 1-12　绝缘纸板的型号、规格及用途

名　称	型　号	规　格 (mm)	击穿强度 (不小于 kV/mm)	主要特性和用途
空气介质电绝缘纸板	DK 50/50	0.1,0.15,0.2	13	DK50/50 抗弯折强度高，DK75/25 抗弯折和抗震性能好。作低压电动机的槽绝缘和电动机定子的绝缘端环、槽楔条
		0.3,0.4,0.5	12	
	DK 75/25	0.1,0.15,0.2	12	
		0.3,0.4,0.5	11	
	DK 100/00	0.1,0.15,0.2,0.3,0.4	11	
		0.5,0.8	10	
		1.0,1.25,1.5,2.0,2.5,3.0	8.0	
钢纸板（反白纸板）	一号 二号	0.5,0.6,0.8	7.0(4.5)	富有弹性，机械性能比一般纸板高，吸潮性较大。供小型低压电动机作楔条、铁心端环及衬条
		1.0,1.2,1.5,2.0	5(3.5)	
		2.5,3.0,3.5,4.0,5.0,6.0,7.0,8.0,9.0,10,12,14,15,16,18,20,22,25,30	3.5(2.0)	

注：括号内数值为二号钢纸板的击穿强度。

表 1-13　绝缘浸渍纤维制品的型号、规格及用途

名　称	型　号	耐热等级	规格(mm)	击穿电压(有效值)不小于(kV)	主要特性及用途
醇酸玻璃漆布(带)	2432	B	0.11 0.13 0.15 0.17 0.20 0.24	4.8 5.5 6.0 7.8 8.0 9.2	有较好的介电性能，耐热、耐潮、耐油及机械强度好。供湿热带气候下使用或较高温度并在油中工作的电动机使用
黑玻璃漆布(带)	2430	B	0.11 0.13 0.15 0.17 0.20 0.24	4.8 5.5 6.0 7.8 8.0 9.2	耐热、耐潮比黑漆布高，但耐变压器油、汽油的性能差。供湿热带气候下使用，工作温度为 130℃
环氧玻璃漆布(带)	2433	B	0.11 0.13 0.15 0.17	4.8 5.5 6.0 7.8	介电性能、抗张强度和硬度较高。供 B 级绝缘电动机、潜水电动机使用

（续表）

名　称	型　号	耐热等级	规格（mm）	击穿电压（有效值）不小于（kV）	主要特性及用途
三聚氰胺玻璃漆布（带）	上 2363T	B	0.11 0.13 0.15 0.17	3.3 3.9 4.5 5.1	同 2432，但耐潮性更好，并具有一定的耐电弧性
有机硅玻璃漆布（带）	2450	H	0.11 0.13 0.15 0.17 0.20 0.24	4.5 5.0 5.5 6.2 7.0 7.6	耐热性高，介电和防霉性良好，供工作温度达 180℃的电动机、干式变压器等，作包扎和衬垫用，并可在热带气候下使用
	2451	H	0.11 0.15 0.20	2.0 3.5 5.0	同 2450，但耐热性更高。
有机硅半导体玻璃漆布	2650		0.12 0.15 0.20		在常态和高温下表面电阻为 10^3～$10^5\Omega$，并能保持稳定。用于高压电动机定子线圈的槽口和端部的绝缘层

（续表）

名　称	型　号	耐热等级	规格（mm）	击穿电压（有效值）不小于（kV）	主要特性及用途
有机硅玻璃粘带	2656	H	0.12 0.15	0.6 0.75	柔软性高，粘性强。供工作温度达180℃的防爆、矿用、牵引等电动机和变压器线圈作匝间、端部绝缘
硅橡胶玻璃布	2550	H	0.11 0.23	1.5 2.0	具有较高的耐热性和弹性。厚0.11mm的用作特种电动机线圈的端部绝缘；0.23mm的用于耐高温电动机的引出线及硅橡胶导线的绝缘并可在热带气候下使用
硅橡胶玻璃漆布	2551	H	0.11 0.15 0.20	2.0 3.5 5.0	耐电晕性、弹性和防霉性良好。供耐高温的低压电动机、电器线圈作包扎绝缘，并可在热带气候下使用
聚氨酯玻璃漆布		F	0.13 0.15 0.17	5.5 6.0 6.5	具有良好的耐寒性，耐磨性；热老化后仍保持一定的柔软性和介电性。供耐温达150℃以下的电动机、电器作衬垫和线圈绝缘包扎
聚酰亚胺玻璃漆布	西239 哈2560	C	0.10 0.15 0.17 0.20	2.5 5.5 6.5 7.0	防潮、耐油、耐溶剂性强，可在220℃下长期使用 供工作温度为220℃的牵引、冶金、航空及其他耐高温、耐辐射的电动机、电器作绝缘

表 1-14　绝缘套管的型号、规格及用途

名称	型号	规格		耐热等级	击穿电压（有效值）不小于（kV）	特性及用途
		内径（mm）	壁厚（mm）			
醇酸玻璃漆管	2730	0.5～12	0.3～0.7	B	5	耐油、耐热比 2710 高，能防霉，但柔软性及弹性较差。作电动机、电器导线连接时的保护和绝缘用
有机硅玻璃漆管	2750	0.5～12	0.3～0.7	H	4	耐热高，防霉性好，耐油、耐腐蚀，作 H 级电动机、电器导线连接时的保护和绝缘用
玻璃丝套管		1	0.2	B		供工作温度为 130℃以上的交、直流电动机线圈的引线，连接线作外套绝缘
		1.5	0.2			
		2	0.2			
		2.5	0.2			
		3	0.25			
		4	0.3			
		5	0.35			
		6	0.35			
		7	0.4			
		8	0.45			
		9	0.5			
		10	0.5			
		12	0.6			
		14	0.7			
		16	0.75			

表 1-15　绝缘层压制品型号、规格和用途

名　称	型号	耐热等级	规　格（mm）	垂直板层的击穿强度不小于（kV/mm）	主要特点及用途
酚醛层压纸板	3020	E	0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.8,1.0	25	电击穿强度高，耐油性能好 适于作电动机、电器的绝缘构件
			1.2,1.5,1.8,2.0	22	
			2.5 3～8（相隔 0.5mm） 9～40（相隔 1mm） 42～50（相隔 2mm）	19 （3mm 以上，经一面加工者）	
	3021	E	0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.8,1.0	16	同上，且机械性能较高
			1.2,1.5,1.8,2.0	15	
			2.5 3～8（相隔 0.5mm） 9～40（相隔 1mm） 42～50（相隔 2mm）	13 （3mm 以上，经一面加工者）	

（续表）

名称	型号	耐热等级	规格（mm）	垂直板层的击穿强度不小于（kV/mm）	主要特点及用途
酚醛层压纸板	3022	E	0.5,0.6,0.8,1.0	17	耐潮性能较高，耐霉性一般 适于作绝缘结构零件，并可在高湿度条件下使用
			1.2,1.5,1.8,2.0	16	
			2.5～8（相隔 0.5mm） 9～40（相隔 1mm） 42～45（相隔 2mm）	19 （3mm 以上，经一面加工者）	
酚醛层压布板	3025	E	0.3,0.5,0.8,1.0	4	机械性能较高，耐油性能好 适于电动机、电器设备中作绝缘结构零部件
			1.3,1.5,1.8,2.0	2.5	
			2.7～7（相隔 0.5mm） 8～40（相隔 1mm） 42～50（相隔 2mm）	2 （3mm 以上，经一面加工者）	

（续表）

名称	型号	耐热等级	规格（mm）	垂直板层的击穿强度不小于（kV/mm）	主要特点及用途
酚醛层压布板	3027	E	0.2,0.5,0.8,1.0	8	同上，且具有高介电性能
			1.2,1.5,1.8,2.0	6	
			2.5～7（相隔 0.5mm） 8～40（相隔 1mm） 42～50（相隔 2mm）	5 （3mm 以上，经一面加工者）	
酚醛层压玻璃布板	3230	B	0.5,0.8,1.0	14	有一定的机械性能及电气性能，抗劈性能较差，耐霉性一般，用于抗劈性要求不高的绝缘构件
			1.2,1.5,1.8,2.0	12	
			2.5～7（相隔 0.5mm） 8～30（相隔 1mm） 32～50（相隔 2mm）	10 （3mm 以上，经一面加工者）	
环氧酚醛层压玻璃布板	3240	F	0.5,0.8,1.0	22	机械性能、电气性能均高，耐潮性良好，耐霉、价格高 用作要求高（如高压绝缘零件）的绝缘构件，适用于湿热带地区
			1.2,1.5,1.8,2.0	20	
			2.5～7（相隔 0.5mm） 8～30（相隔 1mm） 32～50（相隔 2mm）	18 （3mm 以上，经一面加工者）	

表 1-16　常用浸渍漆与漆布的相容性

漆布 \ 浸渍漆	油性漆-石油溶剂	醇酸漆-苯类溶剂	醇酸酚醛漆-苯醇溶剂	醇酰三聚氰胺漆-苯石油溶剂	环氧树脂漆-苯醇溶剂	聚酯漆-苯类溶剂	有机硅漆-苯类溶剂	二苯醚漆-酮类溶剂	聚酰亚胺漆-强极性溶剂
油性漆布	优	良	良	良	良	0	0	0	0
沥青醇酸玻璃漆布	良	良	良	良	可	可	0	0	0
醛酸玻璃漆布	良	优	优	优	良	良	0	0	0
环氧玻璃漆布	0	良	良	良	优	良	0	0	0
有机硅玻璃漆布	0	0	0	0	0	0	良	可	0
硅橡胶玻璃漆布	0	0	0	0	0	0	可	可	0
聚酰亚胺玻璃漆布	0	0	0	0	0	0	0	0	可

注：相容性顺序是：优、良、可，0 表示不推荐。

第六节　电动机的拆装

在修理电动机时，需要把电动机拆开，并在修理后重新装配。如果在拆、装过程中处理得不好，会使电动机进一步损坏或影响修理质量。因此，必须掌握正确的拆卸和装配电动机的技术。

一、电动机的拆卸

在拆卸前，先要做好准备工作，即准备好各种工具，并作好拆卸前的记录和检查工作。然后按下述方法和步骤拆卸电动机。

1. 皮带轮或联轴器的拆卸

电动机的解体工作一般从拆卸皮带轮或联轴器开始。拆卸时，先将皮带轮或联轴器上的固定螺丝或销子松开，再用特殊工具如两脚卡子或三脚卡子（亦称拉模）把皮带轮或联轴器慢慢拉出来，如图1-11所示。在拆卸的过程中，卡子的螺杆要顶正，要注意皮带轮或联轴器的受力情况，避免轮缘被卡子拉裂。若遇到拉不动时，可以在缝隙处渗些煤油再拉，或用喷灯加热后乘热迅速拉下。

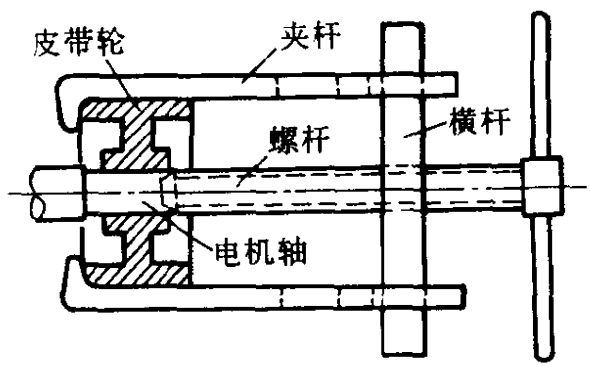


图1-11　两脚卡子拆卸皮带轮

2. 端盖的拆卸

先拆除轴承盖，再拆卸端盖。拆卸滑环式异步电动机时，应抬起电刷，要注意不要碰伤电刷和它的提升装置。钢滑环应涂油包好，以防生锈。

在拆卸前，应在端盖和机壳接缝处做好记号，以免装配时错位。对小型电动机，有时只拆风扇一侧的端盖，将另一侧的轴承盖

螺丝拆下，并把转子、端盖、轴承盖和风扇一起抽出来。

3. 抽出转子

抽出转子时，必须注意不要碰伤定子线圈，必要时可在定子和转子之间垫上厚纸板以保护线圈。

重量不大的转子可以用手直接取出，重量较大的转子可在转轴两端各套上一根钢管，用钢丝绳将转子吊在起重支架或起重机挂钩上，慢慢地将转子逐步移出，如图 1-12 所示。待转子的重心已移至定子外面时，在转子轴端下垫上一支架，把钢丝绳套在转子中间(如图 1-12(c)所示)，即可将转子全部抽出。

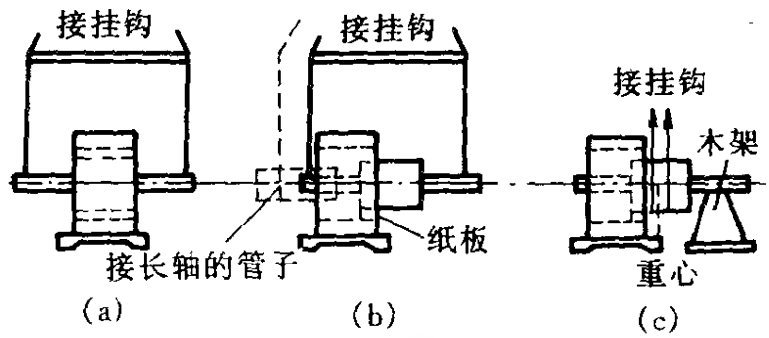


图 1-12　转子由定子抽出的工序

二、电动机的装配

电动机修好之后，装配的工序大致与拆卸的顺序相反。在装配时首先要检查定子内有无杂物，如有杂物应清除出来。然后装入转子，再将端盖装上。安装端盖时要注意符合拆卸时的记号。

装配电动机时应注意下列事项：

(1) 在装配电动机端盖之前，要吹刷一次定子及绕组端部，并查看转子表面有无杂物。

(2) 要查看轴承是否清洁，并加入适当的润滑油脂。

(3) 端盖的固定螺丝应均匀地交替拧紧。敲打端盖时最好用木榔头或垫上木板敲打，以免将端盖或其他零件敲坏。

(4) 在装配时，应保持各零件的清洁，正确地把各原处拆下的零件装上。

第二章　三相异步电动机常见故障的分析

电动机的故障是多种多样的，同一故障可能有不同的外表现象，而同一外表现象也可能由不同的故障所引起。因此，我们在寻找电动机故障时，必须对电动机进行全面的研究和分析。此外，电动机是从电源吸收电能，在轴上输出机械能，所以对电动机外部电源和负载这两方面也应加以分析。

第一节　电动机运行前后的检查

一、电动机起动前的检查

为了保证电动机能按要求正常起动，在电动机通电前的检查项目有：

(1) 使用电源的种类和电压与电动机铭牌是否一致，电源容量与电动机的容量及起动方法是否合适。

(2) 电动机接线及与电源连线是否正确，端子有无松动。

(3) 开关和接触器等控制电器的容量是否与电动机的容量匹配。

(4) 检查传动装置。皮带不得过紧或过松，连接要可靠，联轴器螺丝及销子应完整、紧固。

(5) 盘车灵活，串动不应超过规定。

(6) 电动机外壳应可靠接地，绕组相间及对地绝缘良好。

(7) 检查各紧固螺丝(地脚、轴承、防护罩等处螺丝)不得松动。

(8) 通风系统应完好，无堵塞。

(9) 检查旋转装置的防护罩等安全措施是否完好。

(10) 绕线转子异步电动机还要检查提刷装置、手柄是否在起动位置上，电刷与集电环接触是否良好，电刷压力是否正常。

(11) 电动机周围应清洁干净，不准堆放其他无关物品，做好起动准备并通知其他有关人员。

以上项目不一定每次起动前都要逐项检查，但安装后第一次起动的电动机，必须仔细检查。在电动机维护中，有时为了检查电动机的故障而起动电动机，此时更应注意检查，以免人为地造成新的故障。

二、电动机起动后的检查

(1) 起动电流是否正常。

(2) 电动机旋转方向是否符合要求。

(3) 仔细清查有无异常振动和声音(应特别注意观察气隙和轴承)。

(4) 起动装置的动作是否正常，电动机加速是否正常，起动时间是否符合规定。

(5) 有无异味及冒烟现象。

三、运行中的检查

(1) 加上负载后检查有无异常的振动和声音，如发现异常，应立即停机检查。

(2) 电流大小与负载是否相当，有无过载现象。

(3) 加负载后有无不正常的转速下降现象。

(4) 各部分有无局部过热现象(包括配线在内)。

(5) 电动机的工作电流和转速有无急剧的变化。

(6) 电动机各部温升不应超过规定数值。

(7) 电动机的振动不得超过表 2-1 的规定。

表 2-1　电动机振动(两倍振幅值)允许值

同步转速(r/min)	3000	1500	1000	750 及以下
两倍振幅值(mm)	0.050	0.085	0.100	0.120

第二节　起动时的故障分析

在检查电动机的故障时，首先要分清是电动机外部的原因还是内部的原因。内外部的分界点，在电气上是电动机的出线端子，在机械上是电动机轴伸联轴器。外部故障的处理比较容易，而电动机内部故障的处理就比较困难。有关内部绕组的故障分析和处理在以后各节叙述。

一、电动机空载起动时的故障分析

1. 电动机无声响又不转动

这是电源没有接通而出现的现象。可用电压表检查电动机出线端子处的电压，如测不到电压说明电源没有通入电动机，属供电设备的故障。这时可用电压表由电动机起向上逐级检查，查到哪个设备上端有电而下端无电，即此设备有故障，找出故障排除即可。

如果用电压表检查电动机出线端有电压且三相基本平衡，而电动机仍无声响又不转动，最大可能是星形接法的三相绕组中性点没有连接或各相绕组均断线(包括引出线)。此时可按绕组断路的查找方法找出断点，进行修复。

2. 电动机接通电源后发出嗡嗡声但不转动

这类故障多为电动机缺相运行或电动机起动转矩小于阻转矩所致。此时应立即断电，然后进行检查。

(1) 先检查电源是否缺相，然后检查熔断器各相熔体是否完好，开关或接触器各相触点接触是否良好。如电源侧无问题，再检查电动机内部有无断线。

(2) 电源电压过低或△接法运行的电动机错接成Y接法，并带负载起动，此时，电动机起动转矩过小，不能起动。这种情况通过检查电源电压和电动机接线可以判断。

(3) 电动机在机械方面被卡住不能转动，此时电动机通电时将会有较大的撞击声和嗡嗡声，这种故障利用盘车的方法可以发现。

(4) 如果是绕线转子异步电动机，当其电刷与滑环没有接触好或转子绕组有两相断路，此种情形下将其定子绕组接到三相电源上电动机也不会转动，但嗡嗡声较小。

(5) 改极重绕的电动机，定转子槽配合不当也可造成电动机不能起动。这在电动机绕组改绕后第一次通电时就可发现，这时只有重新计算并更换绕组才可解决。

(6) 电动机起动时阻转矩过大使电动机不能转动。如气温太低，润滑油脂变硬，有些小容量电动机会起动不起来。这种故障可通过打开轴承盖浇注些热机油即可解决。

3. 电动机通电后熔断器内熔体很快熔断(或过电流保护动作)

(1) 首先检查熔体的额定电流(或过流保护的整定值)是否与电动机容量相匹配，一般熔体的额定电流≥电动机起动电流的(2～2.5)。如熔体适当，则继续以下检查。

(2) 电源电压过高或Y接法误接成△接法，通电后电动机虽能转动，但声音不正常且熔体很快熔断。

(3) 电源线(电源到电动机接线盒间的接线)有线间或对地短路，只要拆开电动机接线头用摇表检查电源线即可查明。

(4) 电动机装配严重不当，使电动机转动困难，以致起动时转速上不去或不能起动，造成熔断器熔体很快熔断。这种情形经盘车不难发现。

(5) 绕线转子电动机起动时，提刷机构的手柄误放在运行位置而形成直接起动，或手柄虽在起动位置但由电刷到起动电阻间的接线有短路或起动电阻本身有短路故障。这时，应对起动设备进

行仔细检查，针对故障情况进行修理。

(6) 修理时，电动机绕组内部接反或引出线头尾端接反。这在电动机修复后的第一次试运转时就可发现，可用检查绕组极性的方法确定引出线的首尾端重接，如属内部绕组反接，应拆开其连接线改接。具体检查方法见第四节。

(7) 电动机绕组或引出线有相间或对地短路。拆除接线盒电源线，用摇表检查电动机的相间及对地绝缘，即可查出短路相。再打开端盖抽出引出线，检查有无破损，如引出线没有问题，则故障在电动机绕组(绕组的检查方法见第四节，下同)。

4. 三相电流不平衡

电动机起动后，测量三相空载电流，如果某一相电流与三相电流平均值的差大于平均值的 10%，即可认为三相空载电流不平衡。这时应先检查电源三相电压是否平衡，如电源电压是平衡的，问题就出在电动机内部。原因可能是：

(1) 电动机重绕的三相绕组匝数相差较大。

(2) 电动机绕组引出线极性接反。

(3) 电动机绕组内部有故障，如匝间短路或某相绕组内部接反等。

5. 电动机空载电流偏大

所谓"偏大"是指修复后的电动机空载电流比该电动机正常情况下的空载电流明显增大。产生这种情况时的检查步骤为：

(1) 测量电源电压。若电源电压过高，会造成电动机空载电流增大。

(2) 检查电动机装配情况。用手轻轻转动电动机的轴，检查电动机转动是否灵活。如电动机装配不当会造成转动受阻，使电动机空载电流增大。其原因可能是：

① 端盖装偏。可松开端盖螺丝，用手锤轻敲端盖，敲实后再按对角依次逐步拧紧螺丝；

② 滚珠轴承装配不良、润滑脂牌号不合适或装得太多也可引

起空载电流过大。

(3) 电动机定、转子间隙过大。这种情况出现在修理时，对转子进行过车和磨削的电动机中，若对电动机运行中其他性能指标影响不大，可以继续使用；若对其他性能指标影响较大，则应考虑更换转子或根据实测气隙大小重新计算和更换定子绕组。

(4) 电动机定子绕组修理时，匝数减少较多造成起动电流增大。一般应重绕定子绕组，保证一定的匝数。

6. 电动机起动时有振动和异常响声

(1) 检查地脚螺丝是否拧紧，基础是否牢固。

(2) 转动部分不平衡，这是产生振动的主要原因。凡经修理的电动机转子都应校验静、动平衡后才可组装。运行中若平衡块脱落、风扇断裂或破损等，都会使电动机出现较大振动，修好后仍要进行静、动平衡校验。

(3) 电动机气隙不均。其原因有轴承磨损，轴颈或轴承座松动，端盖止口与轴承座孔不同心，转轴弯曲等。气隙严重不均时，还可造成擦铁现象。

(4) 笼型转子导条开焊或断条，也会造成不正常的声响和振动。

(5) 定、转子之间的气隙、风扇与风扇罩或端盖间有异物而引起振动和声响。

7. 电动机起动后机壳带电

当电动机外壳没有可靠接地，而带电部分一相对地绝缘损坏时，其表现即为机壳带电。

(1) 电动机引出线绝缘损坏而碰壳接地。

(2) 线圈端顶部碰端盖而接地。

(3) 槽绝缘损坏，使嵌入的线圈接地。

二、电动机负载起动时的故障

当电动机空载正常，而带负载投入运行时，出现不能起动或起

动困难(电动机虽然转动但长时间达不到预定转速),这时往往会造成熔断器熔体熔断或热继电器动作,可按下列步骤进行检查:

(1) 电动机的容量与拖动的负载是否匹配。如电动机容量太小或起动转矩小于负载转矩,将造成电动机不能负载起动。应重新选择合适的电动机。

(2) 所选择的起动方法是否合适。应根据电源容量,电动机容量和起动时的负载情况校核所选起动方法。若不合适,应另择适当的起动方法。

(3) 电动机接线是否正确。如△接法的电动机误接成Y形接法,在额定电压下其相电压仅为正常值的$1/\sqrt{3}$,虽能空载起动,但重载下就可能起动不起来。若电源容量允许,可改为△接法直接起动。

(4) 测量电动机接线端电压。发现不正常应检查电源设备情况,如电源电压是否太低、连接线是否过细、过长等。

(5) 检查转子绕组。如笼型转子导条断裂或绕线转子一相断路等。

第三节　运行时的故障分析

电动机在空载时出现的故障,在负载运行时也可能出现,但一般负载运行时故障程度更为严重。这里仅讨论只在负载运行时可能出现的故障。

一、电动机过热或冒烟

1. 电动机负载运行时电流超过额定值

(1) 电动机端电压过低。当电源电压偏低或因电源线太细太长,造成负载时电动机端电压过低,以致在较大负载下电动机电流超过额定值。出现这种情况,应更换合适的电源线或与供电部门联系解决。

(2) 电源电压过高。过高的电压会使电动机因磁路过饱和而致励磁电流大大增加，造成负载电流超过额定值。

(3) 电动机接线错误。△接法的电动机误接成Y接法，其相电压降为正常值的 $1/\sqrt{3}$；Y接法的电动机误接成△接法，其相电压升至正常值的 $\sqrt{3}$ 倍；与上述电源电压过低或过高一样使电动机电流超过额定值。特别是Y接法误接成△接法，其空载电流即可超过额定电流。

(4) 电动机负载过重。电动机容量与负载机械不匹配，或负载机械故障造成电动机负载电流超过额定值。

2. 通风系统故障

当电动机通风孔道受阻，风扇未紧固或损坏，进风温度过高时，虽电动机电流未超过额定值，但因散热条件恶化造成电动机过热。此时应改善电动机的通风、冷却条件。

3. 电动机正反转过于频繁或起动次数过多

此种工作场合应改用其他合适类型的电动机，如滑差电动机。

4. 电动机定子绕组有小范围短路

这时电动机会发出烟焦味，手摸电动机外壳局部温高明显。

二、负载后转速明显下降

有此现象的电动机，一般在空载时转速已有下降，但不明显。而一带上负载，其转速下降明显。究其原因可能是：

(1) 电源电压过低，用电压表测量电源电压即可发现。

(2) 正常运行为△接法的电动机误接成Y接法。

(3) 电动机绕组重绕时线圈匝数过多，查明后应按正确匝数重绕。

(4) 无提刷装置的绕线转子异步电动机，其电刷、集电环或起动变阻器接触不良。有提刷装置的绕线转子电动机起动后手柄未放到运行位置，或集电环短路装置接触不良。

三、绝缘电阻降低

通常 500V 以下的电动机绝缘电阻，可用 500V 摇表（转速应达到 120r/min）测量，一般电动机绕组的相间绝缘和对地绝缘电阻值不应低于 0.38 兆欧（MΩ）。造成电动机绝缘电阻降低的原因可能是：

（1）潮气浸入或雨水滴入电动机内使绕组受潮，这时要对电动机进行加热烘干处理。

（2）绕组上灰尘油垢太多，这时必须在清除灰尘油垢后，再进行干燥、浸渍处理。

（3）电动机引出线和接线盒接头的绝缘老化或即将损坏。应重新包扎引出线绝缘或更换新的引出线和接线盒接头。

（4）电动机过热后绝缘老化。可先进行清洗干燥处理，并按预防性试验标准进行交流耐压试验，合格者可重新浸渍处理后继续使用；不合格者应更换绝缘。

四、绕线转子集电环发热或火花过大

（1）电刷牌号不符。更换电刷时，应使电刷牌号与制造厂规定的牌号相同或使用性能相似的电刷。

（2）电刷尺寸不符。如电刷尺寸过大，刷握太紧而不能上下自由活动。如电刷过小，则截面积减小使电流密度增大，应选择尺寸合适的电刷，使之与刷握的间隙在 0.1mm 左右。

（3）电刷压力不足或过大。应根据不同电刷牌号的不同要求进行调整。

（4）集电环表面不平或椭圆度、偏摆度过大。应对集电环进行修整。

（5）电刷与集电环接触面有油污、脏物造成接触不良。可用干净布蘸汽油擦净集电环表面。

（6）新电刷使用前应仔细研磨电刷与集电环接触面，使之与

集电环的接触面在80%以上，以免电刷与集电环接触面过小。

五、滚动轴承过热

(1) 新轴承装得不好，有扭歪、卡住等不灵活现象。可转动转子或拆除端盖转动轴承，找出故障进行修正。

(2) 轴承油干涩或润滑油太少。应洗清轴承，再加轴承润滑油。一般加至轴承室的70%为宜。

(3) 轴承润滑油太多。可把轴承盖内的油刮去一部分，仅留浅浅一层即可。

(4) 轴承油内有灰砂杂质和铁屑等物。用铁棒或螺丝刀一头放在轴承端盖处用耳倾听，轴承运转有杂声，应停车清洗轴承。

(5) 轴承损坏或质量不好，应更换轴承。

(6) 轴颈过小或过大。在外焊轴颈时，过大的轴颈会使套上的轴承内、外套圈"涨死"。轴颈过小，在电动机转动时轴颈与轴承内圈有滑动，造成轴承过热。不论轴颈过大还是过小，都应对轴颈进行修整，使之符合轴承的配合公差。

(7) 端盖孔、转轴和负荷轴之间不同心。应对不同心的轴、孔进行修正。

第四节　绕组的故障分析

绕组的常见故障有：绕组短路、断路，绕组相间短路，绕组通地或错接等。本节主要介绍绕组故障的检查方法，有关绕组修理的方法在后面的章节中介绍。

一、定子绕组断路故障的检查

(1) 检查绕组引出线及接头等是否断线或接头松脱。

(2) 万用表测试法。对Y形接法的电动机，可用万用表低电阻档(如图2-1)测量接线端的电阻，即测A－B、B－C、C－A之间

的电阻，从中可断定哪一相断路。如图 2-1 测量结果，可以断定是 B 相绕组断线。对△接法的定子绕组可按图 2-2 所示方法确定断路的相绕组。

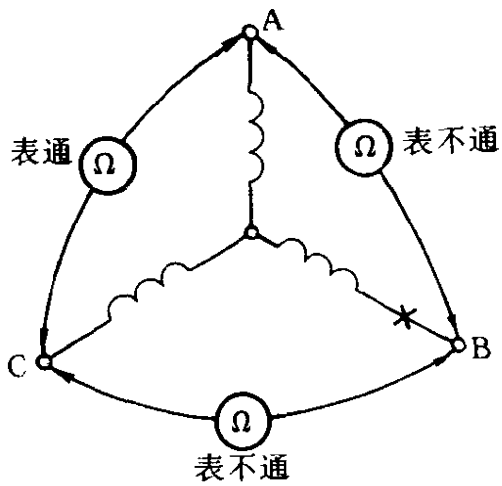


图 2-1　测定 Y 接法定子绕组断路的方法

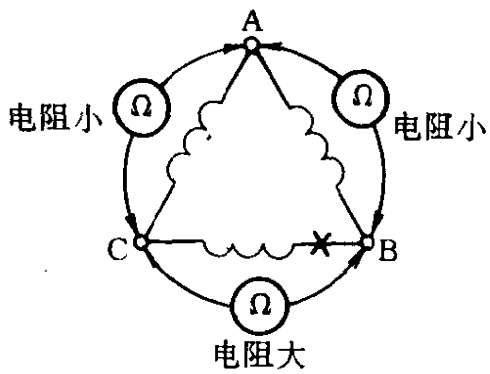


图 2-2　测定△接法定子绕组断路的方法

（3）电桥测试法。对于多根导线并绕或多支路并联的中等容量的电动机，用万用表测试法很难判断断线绕组，但用电桥法来测试是可以确诊的。如果电动机无断路绕组，则三相绕组的直流电阻是相同的；若绕组中某根导线（或某支路）断路，则该相电阻最大。根据这一原理，利用电桥分别精确地测量三相绕组的各相电阻，如两相相同而另一相绕组电阻偏大（相差 5%以上），电阻偏大的一相绕组有部分绕组断路。

二、定子绕组短路故障的检查

绕组的短路故障有相间短路和匝间短路两种情况。相间短路是不同相的两个绕组间绝缘损坏而产生的短路。匝间短路是一个线圈中的部分线匝间的短路和同相绕组中线圈间短路。

1. 用兆欧表（摇表）检查相间绝缘

检查短路故障一般先用兆欧表测量绕组的相间绝缘，如相间

的绝缘电阻接近于零，则说明此二相绕组间绝缘损坏属相间短路。否则很可能是匝间短路。

2. 表面检查

拆开电动机查看绕组连接线、引出线和端部是否有烧焦、发黑和损坏之处。如没有发现明显的异常之处，切不要各处胡乱拨弄绕组，以免造成不必要的损坏。

3. 相间短路的检查

在两相绕组之间加一较低的电压使其中的电流接近额定值，经短时间后用鼻闻、眼观和手摸的方法查找故障，通常两线圈过热的交叉处即为短路位置。

4. 匝间短路故障的检查

匝间短路的故障，通常用如图 2-3 所示的短路侦察器查找。它是利用变压器原理来查找绕组的短路处的，侦察器的励磁绕组相当于变压器的原边绕组，被测电动机线圈相当于变压器的副边绕组。测试时，励磁绕组串接一电流表接通交流电源，侦察器铁心开口处对准电动机槽口，如图 2-4 所示。将侦察器沿着各个槽口移动，当检查到有短路绕组的槽口时，相当于变压器副边短路，侦察器的励磁电流增大。因此，在用侦察器检查时，使电流表读数增大的槽口内必有线圈匝间短路。

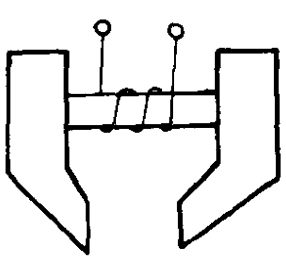


图 2-3　短路侦察器

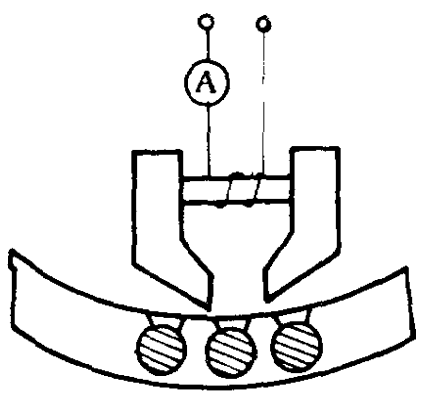


图 2-4　用短路侦察器检查匝间短路

三、定子绕组接地故障的检查

电动机定子绕组通地，俗称“碰壳”。造成这类故障的原因一般是：电动机在潮湿环境中长期不使用，电动机受到雨淋日晒、长期过载运行，电动机受有害气体侵蚀，使电动机绝缘性能降低或老化，嵌线工艺不当使槽绝缘损坏等。如果电动机外壳已可靠接地，发生绕组碰壳时可造成熔断器熔体熔断或烧坏绕组。若电动机外壳没有可靠接地，则造成机壳带电，会危及人身安全。接地故障的检查方法有以下几种。

1. 兆欧表法

用兆欧表测量各相绕组对“地”电阻。如果三相绕组对地电阻都很低、但不为零，说明电动机已受潮或油污，但经过清洗和干燥处理，使绕组对地电阻大于 0.38MΩ 以上即可继续使用。如两相绝缘电阻较高，另一相绕组对地电阻为零，说明此相已有接地故障。

2. 试灯法

没有兆欧表也可采用绕组串接灯泡接通电源的方法进行检查。为完全起见应尽量使用较低的测试电源。如图 2-5 所示，拆去电动机接地线，将测试棒分别接触机壳和绕组线端。如果灯泡发亮，表明该相绕组已接地；若灯泡暗红，则说明该相绕组绝缘已受损。

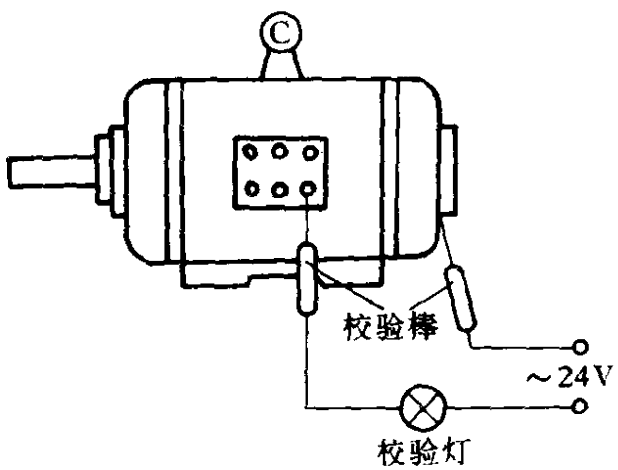


图 2-5　用试灯检查接地相

3. 磁针定向法

把有故障的绕组两端并在一起接到直流电源的一端，而直流

电源的另一端串接一适当的变阻器后接至电动机铁心上。此时直流电流由绕组两端流向接地故障点，用一枚磁针放在槽顶上逐槽推移，发现磁针改变指向的位置即可确定接地的铁心槽。再把磁针在该槽上来回移动，则可大致确定接地的位置。

四、绕组连接故障的检查

这类故障主要发生在嵌线时将个别线圈嵌反，或在相绕组连接时将首尾端接错而造成的。通电后会发生三相电流严重不平衡，并引起电动机振动和噪声。

1. 三相绕组头尾接反的检查方法

这种故障属相绕组引出端的首尾搞错，检查前先用万用表找出属于同一相绕组的两端，三相分别标以 U_1、U_2；V_1、V_2；W_1、W_2。然后用以下方法进行检查。

(1) 转子转动法。如图 2-6 所示接线，然后转动电动机转子。如果毫安表指针为零，说明三相绕组的头尾端是正确的。若毫安表指针有偏转，说明其中有一相绕组的头尾搞错了。这时就应对调其中一相绕组的头尾，再转动电动机转子，至毫安表读数为零，三个相绕组的头尾就确准了。

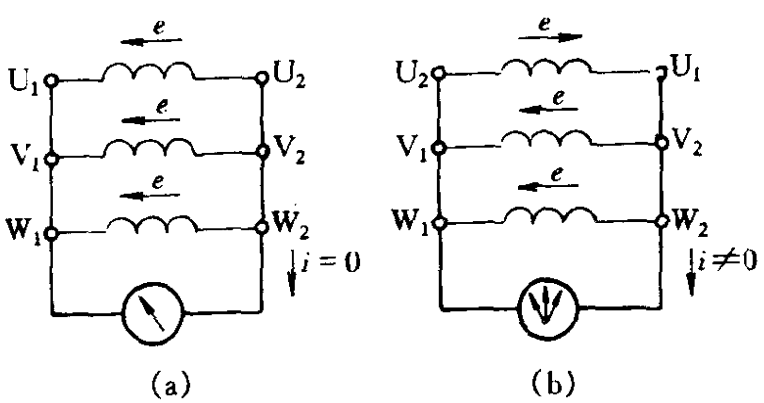


图 2-6　转子转动法检查绕组头尾

(a) 指针不动，三相头尾正确；(b) 指针动，三相头尾错误

(2) 直流点动法。如图 2-7 所示接线，当合上开关的瞬间(也可不用开关而直接使导线接触电池正端)毫安表正偏，说明电池正极与毫安表负极所接的二端为同极性端(同为头端或尾端)。如毫安表反偏，则电池正极与毫安表正极所接二端为同极性端。再将毫安表接至另一相绕组二端，重复一次试验，就能找出三相绕组的头尾端。

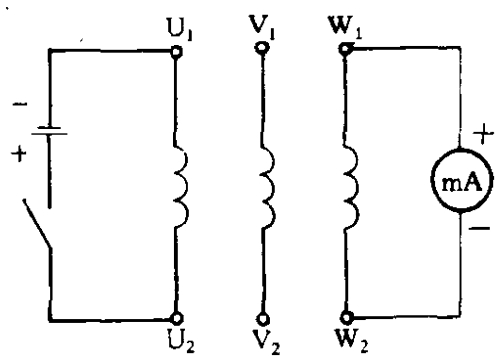


图 2-7 直流点动法检查绕组头尾

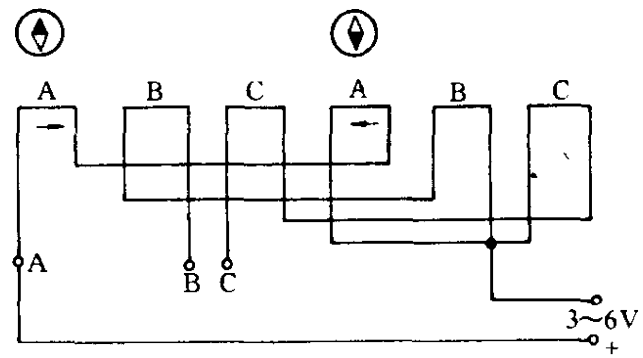


图 2-8 检查绕组内部连接故障

2. 相绕组内部个别线圈或极相组接错故障的检查

如图 2-8 所示，在某一相绕组中通以低压(3～6V)直流电流，用磁针沿着定子铁心槽口逐槽检查。如果磁针在每个极相组内方向不变，在相邻两个极相组上方向交替变化，表示接线正确。若相邻两个极相组上磁针方向不变，表示其中一个极相组接反了。如果发现磁针在一个极相组内方向交替变化，则表明这个极相组内有线圈嵌反了。

五、转子绕组的故障检查

绕线式转子绕组的故障检查与定子绕组相同。笼型转子绕组的主要故障是断条，检查方法如下。

1. 电动机拆开前的检查

把定子绕组接成 Y 型，每相接一只电流表后加上三相低电压(约为额定电压的 10%～15%)慢慢地转动转子。如果转子导条是

完好的，电流表只有轻微的摆动。若有断条故障，则三个电流表的指针会依次出现较大的偏移。

2. 用短路侦察器检查转子断条

用短路侦察器在转子圆周上逐槽移动，如果有导条断裂，相当于变压器副边绕组开路，电流表读数明显下降。

第五节　短路侦察器的简单计算

短路侦察器是修理电动机时的必备简单设备。短路侦察器的铁心是一个有励磁绕组的开口铁心，一般有Ⅱ形和H形两种。以H形为好，它既可作定子绕组短路侦察器，又可作绕线转子绕组的短路侦察器和笼型绕线的断条侦察器。

一、短路侦察器的简易制作方法

用硅钢片按计算所得尺寸冲制成如图2-9所示的形状，图中a、b处圆弧半径分别为被测电动机的转子和定子的圆弧半径。然后将硅钢片叠成所需厚度后压紧。再用厚1mm的钢板做4块护线板，把此4块护线板与压紧的硅钢片用铆钉铆在一起，供保护线圈之用。护线板形状如图2-10所示，在一块护线板上钻两个出线用的小孔，供线圈的两个引头用。

在铁心中间用绝缘纸板做好线框，将导线绕在绝缘纸框内，两绕线从护线板小孔中引出。

最后，做浸渍干燥处理。

二、短路侦察器的计算

1. 铁心面积A

$$A = 1.25\sqrt{P}\quad (\mathrm{cm}^2), \tag{2-1}$$

式中：P为短路侦察器的容量，单位为VA。1～50kW的电动机，P取20～100VA；50～500kW的电动机，P取100～1000VA。

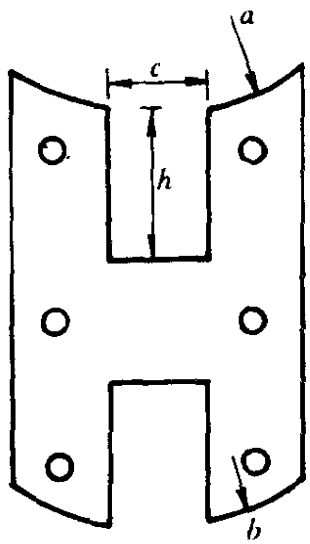


图 2-9　短路侦察器的铁心形状

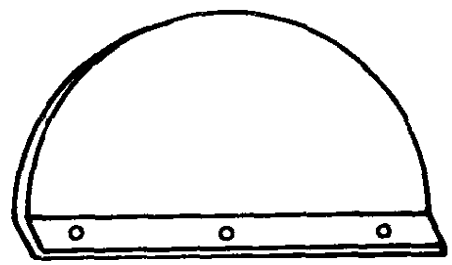


图 2-10　短路侦察器的护线板

2. 励磁线圈的匝数 N

$$N=\frac{4.5U}{B\cdot A}, \tag{2-2}$$

式中：A 为铁心截面积(cm^2)；B 为铁心磁通密度，一般取 1.3～1.4T；U 为侦察器电源电压(V)。

3. 励磁线圈的电流 I

$$I=\frac{P}{U}\quad(A)。 \tag{2-3}$$

4. 励磁线圈的导线直径 d

$$d'=0.9\sqrt{I}\quad(mm), \tag{2-4}$$

根据 d' 选定直径相径的导线，其带绝缘的导线外径设为 d。

5. 铁心窗口尺寸的宽(C)和高(h)

$$h=\frac{Nd^2}{0.9C}+8\quad(mm), \tag{2-5}$$

式中：窗口宽度 C 一般取被测电动机的槽宽(mm)。

例　设计一测试 20kW 电动机用的短路侦察器。

(1) 取 $P=50VA$，$U=220V$。

(2) $A=1.25\sqrt{P}=1.25\sqrt{50}=8.84(cm^2)$，

取铁心两边的宽度为 2cm(约等于电动机的齿宽),则铁心的厚度约为 4.5cm(略大于 8.84/2=4.42cm)。

(3) 取 $B=1.35\text{T}$,

$$N=\frac{45U}{B\cdot A}=\frac{45\times220}{1.35\times2\times4.5}=814(\text{匝})。$$

(4) $I=\frac{P}{U}=\frac{50}{220}=0.227(\text{A})$。

(5) $d'=0.9\sqrt{I}=0.9\sqrt{0.227}=0.43(\text{mm})$,

取 $\phi0.45\text{mm}$ 的高强度漆色线,其外径 $d=0.51\text{mm}$。

(6) 取 $C=13\text{mm}$,

$$h=\frac{Nd^2}{0.9C}+8=\frac{814\times(0.51)^2}{0.9\times13}+8=25.85(\text{mm}),$$

一般可取厚度为 26mm。

此短路侦察器的尺寸如图 2-11 所示。

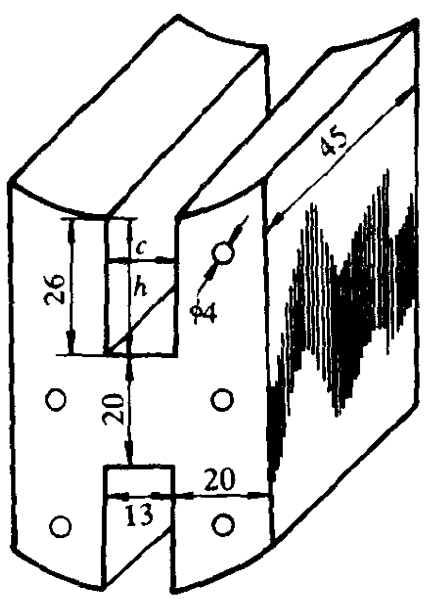


图 2-11 短路侦察器计算尺寸

第三章　三相异步电动机的局部修理

电动机在运行过程中经常会发生一些故障，它们大多数是由于绕组损坏而引起的，因此，在修理时要十分重视绕组的质量，以便提高电动机运行的可靠性。另外，电动机由于机械方面的故障导致无法运行也是常见的，它同样降低了电动机运行的可靠性，本章着重讨论电动机机械和电气方面局部故障的修理。

电动机修理时，需要把电动机拆开，普通电动机虽然结构简单，但仍要掌握正确的拆卸方法，这里特别要强调皮带轮、联轴器及轴承的拆卸，一定要用专门工具将皮带轮、联轴器或轴承拉出来。拉轴承时，拉力要垂直作用于轴承内圈上，力的方向顺着轴线，其次抽出转子时要避免碰环定子线圈。如果拆卸不当，会使电动机遭到进一步的损坏，增加修理难度和修理费用。

第一节　转轴的修理

电动机的转轴是传递转矩、带动机械负载的主要部件，因此，它必须有足够的强度，以保证传递电动机的功率，也必须有足够的刚度，以避免电动机在运转时发生定子与转子相擦。

转轴的常见故障有轴伸弯曲、轴颈磨损、裂纹和断裂等。轴伸弯曲主要由于安装不当所致；另外，通过皮带盘与其他负载联接时，皮带过紧也易造成轴弯曲。轴颈磨损由于轴承多次拆装、轴颈表面加工比较粗糙所致。转轴断裂则是由于转轴的材质及加工不当所致。例如转轴材质较疏松，加工时越程槽有倾角，造成该倾角处应力集中等。

转轴的修理应该在有条件的工厂进行。轴弯曲后，要在压力机

上矫正。如果弯曲过大，可用电焊在弯曲处表面均匀堆焊一层，然后上车床，以转子外圆为基准找出中心，加工成要求尺寸。

轴颈磨损后，可采用电镀法在轴颈处镀一层铬，再磨削至需要的尺寸（在电镀前需预先将轴颈磨小 0.1mm 左右，然后再去镀铬）。如果磨损较多，可用在表面堆焊一层的方法来修复（如图 3-1 所示），或者将轴颈处车小 2～3mm，再车一个合适的套筒，将套筒热套入轴颈处，然后上车床加工至合适的尺寸，如图 3-2 所示。

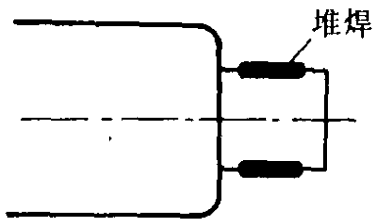


图 3-1　堆焊示意图

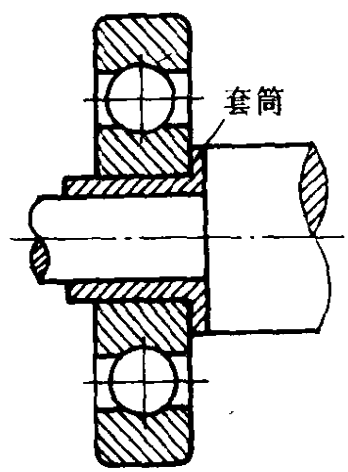


图 3-2　套筒热套示意图

转轴一旦有裂纹，或者已经断裂，最好是更换一根新轴。如果轴与铸铝转子原来是采用冷压来固定的，则可以用压机将断轴压出来；如果轴与铸铝转子是用热套来固定的，则应在断轴的轴心处打一个深孔，再将断轴压出来。新轴一般应与原来轴的材料一致，常用的轴钢材料是 45 号钢，大中型电动机的轴应在分析原轴的成分后，用同钢号的轴钢来调换。如一时无法更换新轴，也可以用焊接的方法来修理。转轴的裂纹修理可在裂纹处用堆焊法进行补救；如轴已经断裂，则将轴的断口加工成坡口，再用电焊焊牢（如图 3-3 所示），然后再将焊接好轴的转子校正好中心孔，再精加工至规定的尺寸。

为了避免转轴损坏，除了提高制造质量外，还应注意使用时不要经常超载。如经常用于冲击载荷的场合，还要选用合适的电动机。另外，电动机安装时要使两联轴器的轴线处于同一直线上，或电动机轴上的皮带盘与负载机械上的皮带盘轴线平行，皮带处于一个平面内。

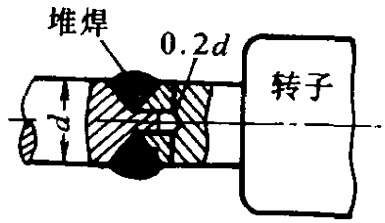


图 3-3　断轴的焊接

第二节　轴承的修理

中小型电动机的轴承都采用滚动轴承，因为滚动轴承装配方便，维护简单。轴承与轴颈采用过盈配合（但过盈量较小，常用的配合公差为 H6/k6 或 H6/k5），轴向、径向的定位可以做得比较准确，不易造成定、转子轴向错位和运转时相擦的故障。

但滚动轴承也是一个易损件，它的损坏往往波及到电动机其他部位的损坏，例如轴承由于运转时间较长，润滑油脂干涸或流失，滚珠与滚道磨擦加烈，造成轴承运转不灵，甚至咬死，如不及时停车，会使绕组烧毁。因此，要随时检查轴承的运转有何异常，以便采取适当的措施加以解决。

轴承的损坏可从以下两个方面来检查：

（1）电动机在运转时，可从轴承运转发出的声音来判别。轴承正常运转时的声音是轻而均匀的“滋滋”声，当出现不均匀的杂声或“隆隆”声时，表明轴承运行不正常。严重的杂声，如“隆隆”声，表示轴承滚道已经损坏；轻微的杂声，大部分是由于轴承润滑脂内沾有杂物或轴承本身有缺陷所引起，使用时间较长，平时疏于维护，轴承内润滑脂变质、流失，也会使轴承运转时声音变大。轻微的杂声，可把螺丝刀的一端靠在轴承盖上，耳贴在螺丝刀的柄上来辨别；严重的杂声多伴有较大的振动，手按在电动机外壳上能感觉

到，其发出的声音在较远的地方也能听到。

(2) 电动机拆开后，用手摇动轴承外圈，正常的轴承是觉察不出松动的。一旦觉察外圈可以摇动，表明轴承已经磨损。

实际上，磨损严重的轴承在运转时就可从声音上分辨出来，拆开后用手摇动只是证实其确实磨损而已。

轴承运转时有杂声，必须停车清洗检查，以免轴承进一步损坏，甚至波及到电动机其他部件。

轴承清洗时，先将原有的润滑脂挖掉，然后用清洁的刷子蘸上汽油进行清洗。用刷子刷洗时，不要转动轴承，避免刷子毛轧入轴承内，将轴承基本清洗洁净后(轴承滚道内已没有润滑脂)，再用清洁的汽油重新冲洗一遍，最后一遍冲洗时不再用刷子，可一面转动轴承，一面冲刷，务必使轴承滚道内没有杂物。

清洗后的轴承须进一步进行检查。主要检查滚道有何磨损，滚珠表面是否光滑，有否剥落缺陷存在。若滚道、滚珠一切正常，即可加入润滑脂继续使用，润滑脂不可加得太满。电动机转速在1500r/min 以下时，润滑脂装入应不足轴承空隙的 2/3；转速在3000r/min 及以上时，以填入润滑脂为轴承空隙的 1/2 为宜，内外轴承盖的储油槽内以加满为止(清洗时，内外轴承盖内的原有油脂也应清洗干净)。油脂加得过满，会造成电动机运转时，轴承发热，也会增大电动机的机械损耗。

轴承清洗时，不必将轴承从轴上拉下。因为轴承与轴配合紧密，没有专用工具不易拉下，另外，拆装次数增多，会影响原有的配合尺寸。

轴承已经损坏，必须更换新的轴承。更换新轴承时，先将坏轴承卸下。即使轴承已坏，拆卸时仍应谨慎进行，避免拆轴承时损伤轴颈。图 3-4 是一种拆卸轴承的简易工具，适合于电动机修理工场使用。如果这种简易工具也不具备，可按图 3-5 所示的方法，用锤子敲打铜捧、铜捧抵住轴承内圈，卸下轴承。

新轴承压装时，可用冷压和热套两种方法，大规格的轴承宜

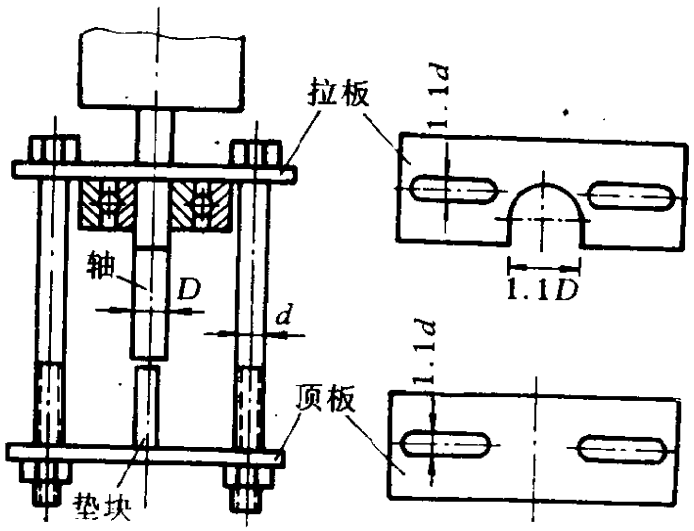


图 3-4　轴承拆卸示意图之一

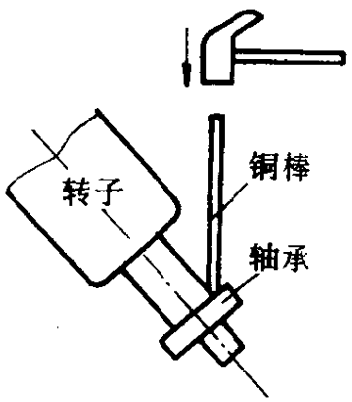


图 3-5　轴承拆卸示意图之二

采用热套，较小规格的轴承可采用冷压。

制造厂在采用冷压法装轴承时，有专用压机及轴套。一般修理工场，由于规格杂、数量少，不可能配备专用压机。此时可采用锤子将轴承打入轴颈，打入时应选用一适当的轴套套在轴上，轴套边顶在轴承内圈上，用锤击打轴套，使轴承均匀受力，慢慢压入轴颈。没有轴套时如有合适的钢管也行，但一定要能顶住轴承内圈（钢管或轴套的内径不宜比轴承内径大得过多）。不允许用锤子直接敲打轴承的外圈。压装轴承时，应使轴承有牌号的一面向外，以便查看。

采用热套压装轴承时，要将轴承预热。轴承预热后，略微胀大一些，套入轴颈时很方便。如此时仍未套到位，可用轴套抵住轴承内圈，用锤子轻轻一击，即可装好轴承。

轴承预热的方法很多，最简单的是将轴承放到电烘箱中加热，也可放在油内加热，加热的温度在 90℃ 左右。轴承放在油内加热时，不宜将轴承放在油槽底部（见图 3-6(a)），因为这样轴承会受到槽底火焰的作用，引起局部回火而丧失其硬度，最好用铁丝吊在油中，如图 3-6(b)所示。

轴承装好后，先用手试转，若转动不灵活，就要检查轴承是否歪扭、咬住，导致摩擦增大。

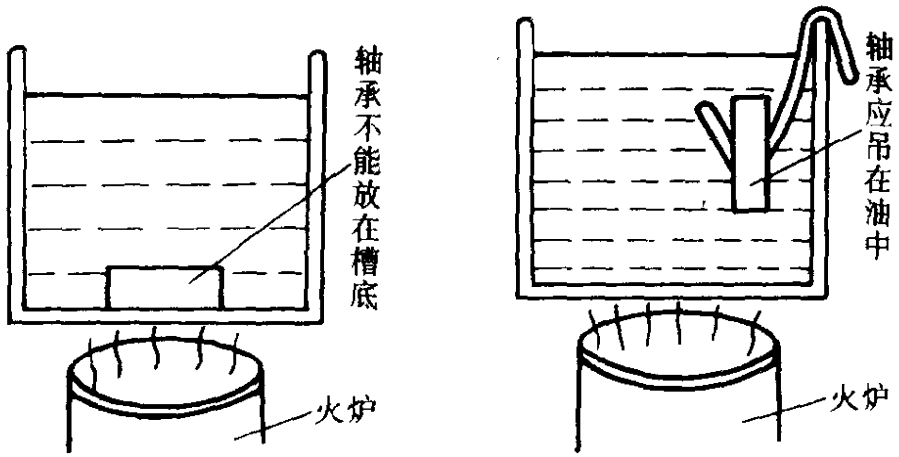


图 3-6　轴承加热示意图

在装轴承前，最好测量一下轴颈的尺寸，如轴颈尺寸过小，则须按本章第一节所述方法修补轴颈后再压装轴承，但修补后的轴颈尺寸也不宜过大，以免造成轴承变形，使振动增大。另外还得保证轴颈的圆柱度。

轴承外径与端盖轴承室的配合也至关重要，为了保证轴承运转自如，端盖轴承室与轴承都采用了小间隙配合。但得注意，两者间隙不可太大（以 309 轴承为例，装配间隙充其量在 0.01～0.02mm 之间），否则可能会产生电动机扫膛。

如果实际使用的端盖由于磨损、尺寸变大，不能保证端盖轴承室与轴承的配合尺寸，可更换端盖或将端盖再加工（将轴承室车大一些，镶上一个套圈，再加工到要求尺寸，但要注意同轴度仍要符合要求）。如果仅为应急修理，亦可在轴承室圆周上用钢凿子凿一排印子，利用表面的毛疵来卡紧轴承外圈，但这是一个极不可靠的办法，修理要求较高的电动机不宜采用这种办法。

第三节　机壳和端盖的修理

通常电动机的机壳起着支撑定子铁心和固定电动机的作用，中小型电动机机座的两个端面用来固定端盖，转子通过轴承搁在两端盖上。机壳和端盖使整个电动机连成一体，机壳和端盖一旦损坏，电动机就无法正常运转。

机壳一般用灰铸铁铸成（某些要求较高的船用、防爆电动机用孕育铸铁或球墨铸铁铸成，80年代后期生产的机壳，一般电动机用HT150，船用电动机用HT200，防爆电动机用HT250），亦有用钢板直接焊成的。灰铸铁铸成的机壳在外力冲击下可能会发生裂纹甚至碎裂，电动机一碎裂，其固定铁心的作用就失去了。因此，最适当的处理方法是更换机壳，即到制造厂去换一个同样规格的、已经加工好的机壳、不宜采用焊补的办法，因为即使焊牢了，仍不能保证铁心与机壳间牢固地连接在一起，更不能保证电动机的同轴度。

如果机壳仅某一局部有轻微的裂纹，为不使裂纹受电动机运转时的机械力或电磁力的影响而扩大，可进行焊补处理。由于焊补时发出大量的热，因此要力求避免绕组绝缘被烤焦。

端盖一般也是用灰铸铁铸成，其常见的故障是止口配合面和轴承室磕碰划伤，拆装不当使端盖产生裂纹等。

端盖产生裂纹常见于搭子处，这是装拆电动机时为过重的敲打所致。这种裂纹应立即焊补，不然会因外力作用，裂纹迅速扩大，使端盖无法与机座连接。其余边缘上的小裂纹，只要不影响装配，可以不修理。但应用油漆划上明显记号，以便下次拆装时注意。当然，有条件修理的更好。如果裂纹在轴承室处，则应以更换端盖为宜。因为轴承室要求很高，不易焊补，即使焊补上了，轴承室也会变形，不能保证轴承室的同轴度。

由于机壳和端盖发生裂纹，破裂后一般的修理质量均不会很

理想，因此装拆电动机时一定要小心轻放。有些电动机的端盖上对称地加工上 2 个螺孔，供拆端盖时使用，即旋入两个螺栓将端盖顶出来，避免使用锤子。

当端盖止口和轴承室有磕碰划伤时，可用细锉刀或刮刀来铲修。

为避免端盖产生裂纹或碎裂，装配时宜用紫铜锤。紫铜锤不像铁锤那样硬，可避免敲伤端盖。

此外，电动机外壳容易受到损伤的还有接线盒、风罩、风叶等。除风罩可以整形修理外，接线盒碎裂及风扇碎裂后，一般均应购买新的接线盒及风扇换上。

修理后的机壳散热片尽可能完好，散热片间要保持清洁，切勿堆积杂物，原有的泥土杂物亦要在修理时加以清除。

第四节　绕组绝缘不良的修理

当电动机长期停用或储存、安装保养不当，周围的潮湿空气、灰尘油污、盐雾、化学腐蚀性气体侵入电动机内部，可能使绕组的绝缘电阻下降，造成绝缘不良。

检测电动机绕组的绝缘电阻是否良好，可用适当的兆欧表测量，测量低压电动机通常用 500V 兆欧表。测量时可把绕组的 Y 形或△形连接的连接片拆去，分别测出任两相间及每相对地的绝缘电阻。

绝缘电阻是否良好的判别是：对额定电压为 380V 的电动机，其相间及相对地的绝缘电阻值，在热状态下应不低于 0.38MΩ，即

$$R_i \geqslant \frac{U_e}{1000 + \frac{P_2}{100}} \quad (M\Omega), \tag{3-1}$$

式中：U_e 为额定电压(V)；P_2 为额定输出功率(kW)。

在常温下，绝缘电阻应该高一些。但若小于 0.38MΩ，说明电

动机绕组已经受潮，需要烘干处理后才能使用。

当受潮比较严重时，绕组不宜采用通电烘干法。因为潮湿空气、盐雾、化学物质易造成线匝间导通。这时可采用烘箱、电热器、红外线灯泡等加热去湿，使绕组干燥。有些电动机的绕组，原来绝缘就没处理好，或电动机绝缘已经老化，经常产生停用几天绝缘电阻就下降的现象。对此，应将绕组烘干后再浸一次漆，并重新烘干，避免绕组绝缘电阻下降。

绝缘电阻下降、绕组严重受潮的电动机不能不经处理就直接使用，也不允许进行耐压试验（烘干后可进行耐压试验）。

第五节　绕组接地故障的修理

绕组接地故障产生的原因很多：绕组绝缘受潮不经处理或未及处理，而电动机仍在运行，使绝缘物失去绝缘作用，导致接地；电动机长期过载，绝缘物老化、开裂、脱落导致接地；嵌线绝缘被划伤、导线松动、硅钢片未压紧，电动机运转时，绕组发生振动擦伤绝缘而导致接地；定转子相擦，使铁心过热，烧伤槽楔和槽绝缘而导致接地；绕组碰端盖，引出线绝缘损坏而导致接地；电源架空线遭雷击，造成瞬时高压窜入绕组产生击穿而导致接地等。

排除绕组接地故障时，首先要找出故障点，寻找故障点的方法见第二章三相异步电动机常见故障分析。

排除接地故障，应仔细观察绕组损伤情况，除绝缘老化发脆外，都可以进行局部修理。如果接地点在槽口或槽底线圈出口处，则可给绕组加热，待绝缘物软化后，用划线板撬开接地点的槽绝缘，插入适当大小的新的绝缘，B 级用 DMD、F 级用 NMN。如接地点有两根以上绝缘损伤，相邻导线应用聚酯薄膜或聚酰亚胺薄膜隔开，以防匝间短路。然后重新包扎好，再进行检查，看绕组接地故障是否已经排除。

如果接地点在槽内，可将绕组加热烘软后，拆去故障槽的槽

楔，用高压试验变压器来试验，找出跳火处，插入新的绝缘线。或将该槽的线圈起出，换上新的槽绝缘，再将起出的导线嵌下去，这时修复的难度比前增大。用高压试验器时，电压要由低向高慢慢升高，一发现故障点立即停止升压。如上述局部修理均不能奏效，则需拆涂全部绕组，重新嵌线。

插入新绝缘后，需进行刷绝缘漆并烘干处理。

第六节　绕组短路故障的修理

绕组短路有相间短路和匝间短路两类。相间短路的原因有绕组连接线绝缘不良、绕组端部或层间绝缘未垫好等。匝间短路的原因是导线本身绝缘被损坏，相邻的导线互相接触。引起导线绝缘损坏的原因有导线漆膜附着力不强，导线表面的绝缘起泡、剥落，也有嵌线时被划线棒划伤等。

电动机长期过载，电流大，发热大，使绝缘老化加速，甚至失去绝缘作用，也是造成相间短路或匝间短路的原因。由这种原因造成的故障，往往不能采用局部修理的办法修复，只能拆去全部绕组重绕修理。

电动机短路时，短路线匝内产生很大的环流，使绕组迅速发热，发出焦臭味，如不及时切断电源，将波及其他相邻绕组。

一般的电动机短路，打开电动机后即可发现。有的电动机短路，从外表不易觉察出来，可通过短路侦察器或电压降法，查出短路线圈或短路点。具体检查方法见本书第二章三相异步电动机常见故障分析。

如果短路绕组的导线绝缘还未烧坏，或烧坏的仅是个别线匝，可以进行局部修补。

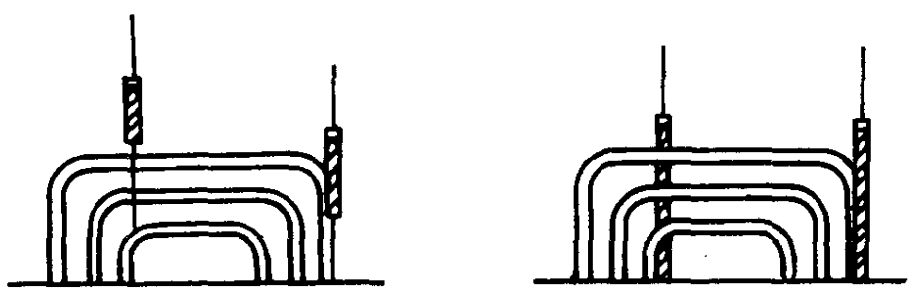
1. 整个极相组短路的修补

所谓整个极相组短路，主要是指同一极相组不同线圈之间发生短路，多见于同心式绕组，主要是由于极相组两个引出线上的绝

缘套管没有套到线圈的槽部(如图 3-7(a) 所示)或绝缘套管破裂。

修理时,将绕组烘热软化,用划线棒将压住引线的线圈撬起,将绝缘套管套到近槽处(如图 3-7(b)所示),如果原绝缘套管不够长或无法移动,可在线圈与引线之间垫一张绝缘纸,即可消除故障。

如果该故障已经引起线圈匝间绝缘不良,则需将线圈匝间用绝缘纸隔开。



(a)　　(b)

图 3-7　极相组短路原因及修复示意图

2. 线圈间在端部发生短路的修补

端部不同线圈间发生短路,主要是端部整形时敲击过度所致,尤其是玻璃丝包线、纱包线更易发生此类故障;还有就是线圈间、极相组间的过桥线处理不当。修理的办法与前述相似,以垫入绝缘纸隔开短路点为主。

3. 匝间短路修补

匝间短路发生时,往往相邻几匝的绝缘受高温影响而烧成裸线,严重时甚至相互粘连在一起。如果是小电动机,由于线规细,容易烧断,修复较困难,多数采用更换全部绕组的修理办法。如果为了应急,可采用下列办法修理。

(1) 甩线圈法。如果短路仅发生在某个线圈上,但其他线圈还很好,这时可以先将线圈加热使绝缘变软,将几匝短路的线匝在导

线的两端剪开，如图 3-8 所示。然后用钳子将已坏的导线抽出。在抽出已坏导线时，注意不要碰伤相邻的线匝。如果烧坏的线匝在一槽内不超过 30%，则不必串补新导线，只需将原来完好的线圈接通，即可继续使用。但电气性能较差。如果线圈短路匝数较多，甚至整个线圈短路，则应更换这个线圈。若电动机急等使用，又无合适电动机替换，且损坏的匝数占每相串联总匝数的 8%以下时，可将已损坏的线圈甩掉，把两边的线圈重新接好，如图 3-9 所示。甩掉的线圈要在端部全部剪断，同时把断开的端部用绝缘包扎好，以免在线圈内部产生涡流。同时，应寻找合适的电动机准备替换，或做好电动机修理的准备工作，以减少停机修理的时间。

一个极相组仅一只线圈的，不能采取甩线圈法修理。

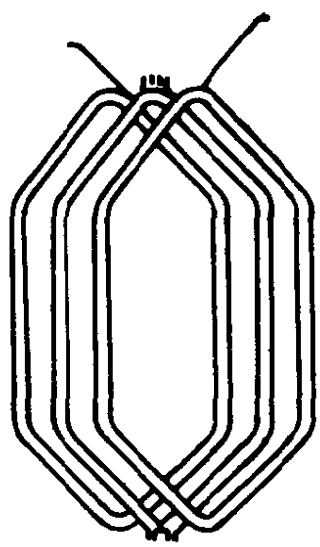


图 3-8　甩线匝法

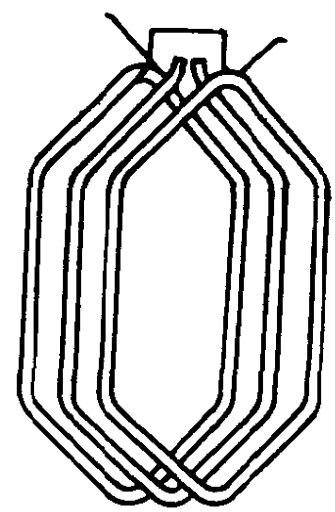


图 3-9　甩线圈法

如果损坏的线圈稍多，为了应急也可采用甩线圈法。但为了保持三相电势平衡，应使三相绕组同时甩掉相同的线圈，并且要在对称的位置上。如果是多支路并联的，还要考虑使每个支路的电势平衡。在甩线圈时，还要在联接上做适当改变，以保证每只线圈承受的电压基本不变。

(2) 穿线修复法。若采用拆换方法更换或修理某些损坏的线

匝和线圈，必须把一个节距内的完好线圈的一边全部挖出槽外，很容易引起完好线圈的额外损坏。此时，若采用穿线修补的办法，往往能取得较好的效果。

穿线修补时先拆除要修理线圈的端部绑线，将损坏线圈在两边端部的鼻端剪断，将线圈加热使绝缘变软后，将损坏线圈的下层边由槽底一根一根的抽出，而损坏线圈的上层边可以打下槽楔，由槽内拿出。原来的槽绝缘不要清除，另外用一层聚酯薄膜绝缘纸复合箔做成圆筒，塞入下层槽中。用与原来导线规格相同的导线，长度要比原来线圈的总长度稍长些，在槽内来回穿绕到原来的匝数。若穿到后几匝有困难时，可用比导线稍粗些的竹棒作引线进行穿绕。然后处理好上层槽绝缘，打上槽楔，再进行绝缘处理。

事实上，将故障线圈换掉，采用把一个节距内的完好线圈的上层边全部拉出槽外，换上新线圈后，将这些线圈的上层边再一一嵌入槽中，这也是一种常用的方法。但下线更困难，因为线粘上绝缘变得更粗也更硬，所以操作时应十分小心。

第七节　绕组断路故障的修理

绕组断路有以下几种情况：制造和修理时弄断，接头焊接不良，过热后脱落，受机械力影响造成线匝碰断，匝间短路、长期过热而熔断。

当绕组一相开路时，电动机不能起动；如果电动机在正常运转时一相开路，电动机仍可能继续运转，但电流增大，并发出很大的嗡嗡声。

绕组断路很容易判断。如果断头在端部、引出线、或相间连接线处，只要找出断点重新焊接包扎好即可。如果断点在槽内，则先将绕组加热，翻起开路线圈边，放入一根合适的新线，把线接在槽外两端部，然后封好槽口，打好槽楔。

第八节　绕组连接错误的修理

电动机绕组连接错误有以下几种：

（1）个别线圈接错；

（2）极相组接错；

（3）外部接线接反。

个别线圈接错或极相组接错是接线时粗心大意或技术生疏所致，修理时将电动机拆开，按接线图仔细检查每相绕组，如有错接，则按接线图改正，然后包上绝缘浸漆烘干。

检查绕组连接是否有错，还可以有两种方法，一种是旋转检查法；另一种是极性检查法。

旋转检查法是将电动机通入低压三相电源，将一颗钢球放入定子内圆，滚动钢球，如果钢球旋转，则说明没有接错；钢球不转，则说明接错。

极性检查法是将低压直流电通入某相绕组，用指南针沿铁心槽上逐槽检查，指南针在每个极相组交替变化，表示接线正确；如果相邻两极相组指南针指向相同，则表示接错。

外部接线接反是由于引接线没有标明首端和末端。查明绕组的首末端可分两步：第一步是分清同一相的两个线头，第二步分出每一相的首末端。

分清同相的线头可用万用表、直流电桥，也可将任意两个线头接在 220V 线路上，线路中串一个灯泡，灯亮表示该两个线头是属于同一相的。

分清同相的线头后，再来辨别每相绕组的头尾，辨别方法有交流电压法、转子转动法、直流点极性法及转向法。然后分别标上 U_1、U_2、V_1、V_2、W_1、W_2 标记，以免下次再出现绕组首末端错误。

第四章　定子绕组的重绕修理

电动机在使用过程中，由于制造质量不良（存在匝间、相间短路隐患）、使用不当（长期超载、不适宜频繁起动的电动机作频繁起动运行）或使用时期较长，使电动机的绕组及电动机的主绝缘严重受损，无法进行局部修理时，就需要全部拆除电动机的原有绕组，进行重绕修理。

为了提高重绕修理的质量，修理人员在着手修理前，应将电动机故障产生的原因找出来，以免电动机修复后重复发生此类故障。如属使用维护不当，则应在修复后告诫操作人员正确使用。如属电动机选型不当，则需另购合适电动机，或对原电动机按新要求重新进行计算，然后再重绕修理。如属其他机械故障波及，则除了将电动机修复，还应将机械故障排除及防止其再次发生。只有这样，电动机的修理质量才能充分体现，电动机才能正常地运转。

电动机绕组重绕修理的具体步骤分为数据记录、拆除旧绕组、制作绕线模、线圈绕制、嵌线及连接、浸烘等，下面将分而述之。

第一节　测量记录原始数据

虽然许多电动机的技术参数可在一些资料中查到，但由于有些工厂在生产时已有一些改动，因此，对需修理的电动机认真测量及记录下原始数据，能更方便地修复。原始数据包括铭牌数据、铁心数据、绕组数据、故障类型及拆除检查等内容。原始记录的填写要清晰、准确、完整，要在拆除绕组之前便开始记录，一直到绕组全部拆完才能结束。

由于电动机绕组拆完后，原始数据是修理工作的唯一依据，这

对一些非标准产品、国外进口产品、国内新开发产品尤其重要。如果记录错误，必将引起修理的错误。因此，原始数据的测量和记录，不仅测量记录者要高度重视，还必须经过专人检查、复核后方可作为正式原始数据使用，并妥为保存。应记录的数据有：

1. 铭牌数据

铭牌数据包括电动机型号、额定功率(kW)、额定电压(V)、满载电流(A)、转速(r/min)、频率(Hz)、接法、定额(工作制)、效率、功率因数、耐热等级、重量(kg)、产品编号、制造日期、制造厂等，如转子是绕线型的三相异步电动机，还应记录转子开路电压(V)、转子电流(A)等。有些国外电动机铭牌上还标有使用系数、轴承牌号等，记录时不应遗漏。

2. 定子绕组数据

定子绕组数据包括绕组型式(单层、双层、链式、交叉式、迭式等)、线圈节距、导线型号(导线型号不易分辨时，可按铭牌上规定的绝缘耐热等级选择)、导线规格(多根并绕时，导线规格有时并不一致，须逐根测量，测量时须去除漆膜)、并绕根数、并联路数、每个线圈的匝数(有些功率较大的电动机，同一极相组中每个线圈的匝数并不完全一样，须记录每只线圈的匝数，并记下不同匝数情况时的排列顺序)、线圈伸出铁心长度(接线端的和非接线端的)、槽绝缘材料(也可按铭牌上规定的绝缘耐热等级选择)、槽绝缘的厚度、槽楔材料及尺寸、绕组接线图等。

3. 定子铁心数据

定子铁心数据包括定子铁心外径、定子铁心内径、气隙值、定子铁心长度、通风沟数、通风沟宽、定子槽数及槽形尺寸。

定子铁心数据在定子绕组重绕计算中特别重要，对定子绕组重绕修理时的绕线模的制作也相当重要。在测量铁心长度时，要注意铁心两端的扇张现象(弹开度)，为了测量准确，以在槽底处测量铁心长度为宜，并沿圆周对称地测取数点，然后取其平均值。测量槽形尺寸较难，一般要用质地较好的画图纸贴在比较平坦的槽形

面上，用铅笔描出槽形轮廓，再测量纸上槽形的尺寸。

4. 其他相关数据

这主要是电动机故障前运行情况、故障时的情况、绕组损坏的状况，以及在线圈拆除过程中查明的绕组故障原因、提出的改进措施等。

为了便于定子绕组的重绕修理，除了测量、记录好原始数据外，还应仔细地拆下几只完整的线圈并包存至修理结束，以便在修理时发现问题可参考或纠正。

第二节　拆除旧绕组

中小型电动机一般均采用半闭口槽，绕组在冷状态时很硬，因此拆除旧绕组很困难，必须加热至 200℃左右使绝缘软化后，在热状态下迅速拆除。加热方法有以下三种：

1. 通电加热法

采用通电加热法时一般都通过调压器控制，使通入绕组的电流为其额定电流的 1.5～2 倍，当绕组发热变软时，先拆除槽楔，然后逐个拆除旧绕组。由于在拆除过程中可以不断电（此时电压仅50～60V，不会产生触电事故），因此整个拆除工作较方便，耗时间也较短。

如果没有调压器，可以把电动机绕组接成开口三角形，通入220V 单相交流电，待绕组软化后，断开电源，拆除旧绕组。在拆除过程中，绕组逐渐变冷不易拆除时，须继续通电加热。通电的同时不许拆旧绕组，以免发生触电事故。

通电加热法的温度容易控制，铁心加热均匀，不会出现过热的现象，改绕后的铁心损耗也不会明显增加。但采用此法必须有足够容量的电源。对已经发生严重短路、尤其是相间发生严重短路的电动机，无法采用通电加热法。即使是绕组中有局部短路或断路，采用绕组局部切除后继续采用通电加热的，该局部由于不能加热，须

采取其他加热方法进行补救。

绕组有接地故障的，通电时外壳带电，不能用手去触摸外壳，拆绕组时须断电。

2. 烘箱加热法

把电动机其他零部件拆除后，将定子送至烘箱均匀加热，待绕组软化后将定子拉出烘箱拆除旧绕组。该法的优点是定子铁心加热均匀，温度容易得到控制，铁心的质量易得到保证。但对某些浸过少溶剂漆的电动机不很适用，它们经加热后，漆不易软化，无法拆除旧绕组。

3. 明火加热法

采用明火加热法通常把绕组一端铜线先剪掉，然后用煤气、乙炔、喷灯等加热。由于它们发出的局部温度很高，所以要特别注意防止烧坏铁心，使硅钢片的性能变坏。更多的修理工场是把电动机立在火炉之上直接加热，虽然拆除旧绕组是方便多了，但铁心质量也随之变差。

旧绕组全部拆除后，要趁热将槽内残余绝缘清理干净。有通风孔（或沟、槽）的电动机，通风孔不能被堵塞，用通电法拆除旧绕组时，须同时将槽绝缘拉掉，以免铁心冷却后，绝缘残余物粘在槽内。一旦槽内有残余绝缘，须用小平头刀一点点铲去。当铁心槽口不齐时，可用合适的铜排打入进行校正，不许用锉刀锉大槽口。如果槽内不整齐，可用锉刀将凹凸不平处锉去，否则凸出的硅钢片会将槽绝缘割破，造成击穿，另外也使嵌线困难。当铁心清理完毕后，须用压缩空气吹净铁心，使清理后的铁心表面干净，槽内清洁整齐。

第三节　线模的制作

绕线模的尺寸决定了绕组的尺寸，而绕组的形状和尺寸对嵌线质量影响很大。尺寸过小，嵌线困难，有时甚至嵌不下去，即使硬嵌下去，也可能引起其他质量问题；尺寸过大，可能会因端部过长

而碰到了端盖，造成耐压击穿等故障。另外，尺寸过大浪费铜线，增大绕组的直流电阻，使电动机效率下降。由此可见，绕线模尺寸做得是否合适，对绕组的重绕工作是否顺利起着决定性的作用。同时也影响着电动机绕组重绕修理后的运行性能，所以，绕线模的尺寸一定要做准确。

如果重绕修理的电动机已经拆下的线圈比较完整，可取该线圈中最小的一匝的周长作为线模心的周长；然后再取定合适的直线边长度，其连接的尺寸也就可以确定了。如果被修的电动机只有铁心而无线圈，那么可以用一根电磁线放在选定槽距的槽中，再用手捏出一个线模样板，然后再依照该尺寸做线模。采用上述办法做的绕线模随修理工的经验、习惯不同而有所差异。所以，一般均需绕两只线圈试嵌，以验证绕线模做得是否准确。

通过测得的原始数据，进行计算来确定绕线模的尺寸，往往可以使绕线模制作得更规范更准确，下面将介绍这种计算方法。

1. 双层叠绕组线圈绕线模尺寸的确定

双层叠绕组线圈绕线模的形状如图 4-1 所示，它一般都做成六角菱形。

绕线模各个尺寸的确定方法如下：

(1) 线模宽度 A。线模宽度 A 由下式决定：

$$A=\frac{\pi(D_{i1}+h_s)}{Z_1}(y-k), \tag{4-1}$$

式中：D_{i1} 为定子内径(mm)；h_s 为定子槽深(mm)；Z_1 为定子槽数；y 为线圈节距，以槽数表示，例如线圈节距为 1～9 时，$y=8$；k 为修正系数，对 2 极电动机，k 取 1.4～2.0，功率大者取大值；对 4、6、8、10 极，不必修正，即取 $k=0$。

(2) 线模直线部分长度 L_1。

$$L_1=l+2a, \tag{4-2}$$

式中：l 为铁心长度(mm)；a 为线圈直线部分伸出铁心长(mm)。按表 4-1 选取。

表 4-1　线圈直线部分伸出铁心长度 a (mm)

极数		2 极	4 极	6、8、10 极
a 值	功率较小电动机	12～18	10～15	10～13
	功率较大电动机	20～25	18～20	12～15

注：功率大者取大值。

(3) 端部长度 C 及 B。

$$C = \frac{A}{M}, \tag{4-3}$$

式中：M 为端部系数，按表 4-2 选取。

表 4-2　端部系数 M

极　数	2	4	6	8	10
端部系数	1.3～1.5	1.4～1.6	1.5～1.7		

注：功率大者可取较小值，如考虑嵌线方便，可取较小值，但以端部不碰端盖为准。

为简化起见，通常取 $B=0.45A$，于是

$$L_2 = L_1 + 0.9A。 \tag{4-4}$$

(4) 模芯厚度 b。

模芯厚度的选择得当，易使线圈导线排列整齐，它可以按下式获得：

$$b = \frac{Wnd_2^2}{b_n} + (0.3 \sim 1), \tag{4-5}$$

式中：W 为线圈匝数；n 为并绕导线数；b_n 为平均槽宽(mm)；d_2 为带绝缘导线外径(mm)。

一般而言，b 选择为 nd_2 的整数倍略大些，以保证线圈排列整齐，更简捷的办法是取 $b=b_n$，然后再经圆整。

2. 单层同心式或链式绕组绕线模尺寸的确定

单层同心式或链式绕组绕线模形状及尺寸如图 4-2 所示，图示 A_1、R_1 及 A_2、R_2 表示同心式不同两块模板的尺寸，其相应的跨距为 y_1 及 y_2。

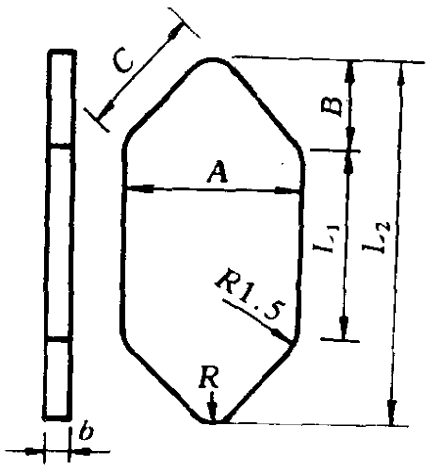


图 4-1　六角菱形绕线模

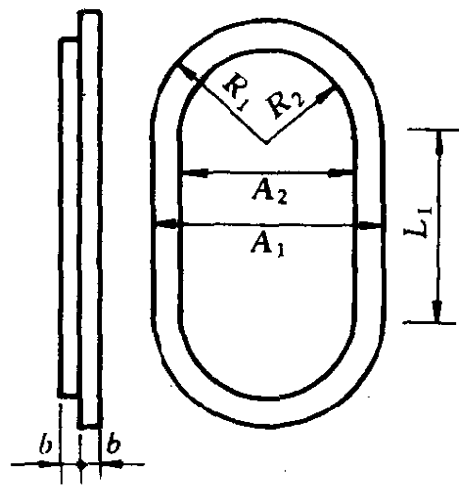


图 1-2　椭圆形绕线模

(1) 线模宽度 A_1、A_2。

$$A_1 = \frac{\pi(D_{i1} + h_s)}{Z_1}(y_1 - k), \tag{4-6}$$

$$A_2 = \frac{\pi(D_{i1} + h_s)}{Z_1}(y_2 - k), \tag{4-7}$$

式中的字母意义同前，修正系数 k 按表 4-3 选取。

如果有 3 只以上线圈同心，其线模宽度计算方法与 A_1、A_2 相同。

表 4-3　修正系数 k

极　　数	2	4	6	8	10
修正系数 k	2～3	0.5～0.7	0.5	0	

(2) 线模直线部分长度 L_1。

$$L_1 = l + 2a, \tag{4-8}$$

式中 a 为线圈直线部分伸出长度，按表 4-1 选取。

(3) 端部半径 R。

$$R = \frac{A}{2} - (5 \sim 8)。 \tag{4-9}$$

(4) 模芯厚度 b。

$$b = \frac{Wnd_2^2}{b_n} + (0.3 \sim 1), \qquad (4\text{-}10)$$

式中一般取 $b=b_n$。

模芯做成后，在其轴心处倾斜地剖开，一半固定在下夹板上，另一块固定在上夹板上，如图 4-3 所示。上下夹板上均匀地开出几个缺口，作为引线槽和扎线槽。经过上述处理后，绕线、线圈扎紧和线圈脱模十分方便。

在修理电动机时，一种规格制作一副绕线模，实际上是不很经济的，因为同种规格电动机的修理不像制造厂制造的数量那么多。同时，制作绕线模也要花费一定时间和精力。因此，可以制作一种万能活络绕线模，只要根据线圈尺寸调节线模上 6 个圆柱体螺栓的位置就能应用。这种活络绕线模在修理中很实用，其结构简图如图 4-4 所示。

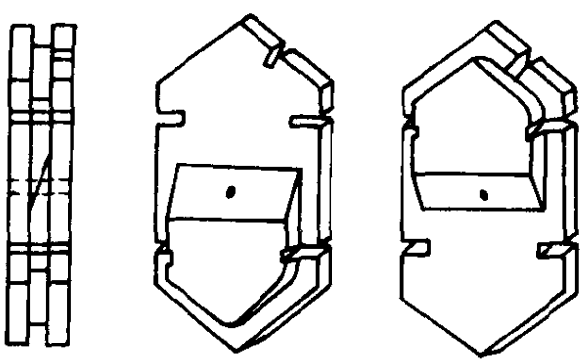


图 4-3　实用绕线模

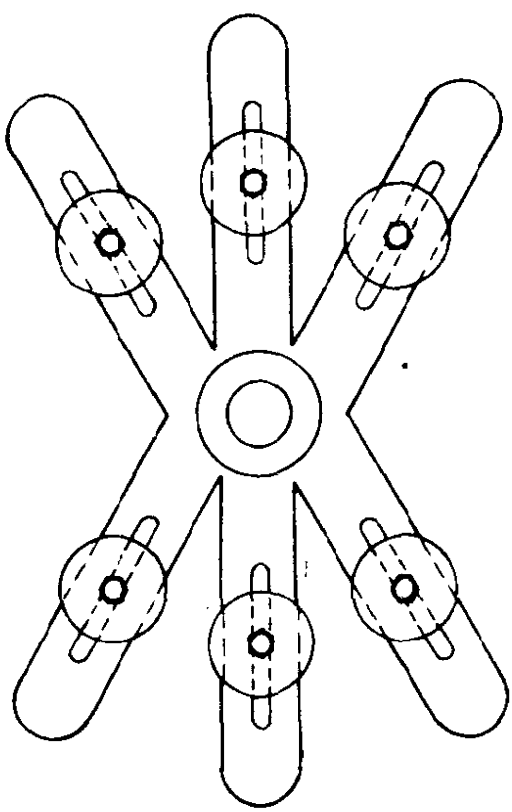


图 4-4　万能活络绕线模

绕线模一般用干燥硬木制成，模芯数一般应等于一个极相组的线圈数，如每极每相有 3 只线圈，则做三块模芯，四块夹板，使三只线圈一次连续绕成，省去了线圈间过桥线的焊接。

第四节　绕　线

1. 绕线前的准备

将制作好的绕线模装在绕线机上，如果是旧的绕线模，在绕制线圈前，还得检查线模尺寸是否合适。绕线前还要仔细检查电磁线牌号、规格、裸导线直径及绝缘厚度。裸导线直径公差应符合表 4-4 的规定，绝缘厚度应符合表 4-5 的规定。

表 4-4　常用圆导线直径允许偏差(mm)

裸导线标称直径	ϕ0.26～0.70	ϕ0.71～1.00	ϕ1.01～2.50
允许偏差	±0.010	±0.015	±0.020

表 4-5　常用各种圆电磁线绝缘厚度(mm)

导线名称 \ 绝缘厚度 \ 导线直径		ϕ0.51～0.69	ϕ0.71～0.96	ϕ1.00～1.62	≥ϕ1.68
双纱包或双玻璃丝包线(硅有机、醇酸等)		0.25	0.25	0.27	0.28
单玻璃丝漆包线(聚酯、缩醛)		0.20	0.22	0.22	0.24
高强度漆包线(聚酯、缩醛、彩色聚酯、彩色缩醛)	薄绝缘	0.03	0.04	0.06	0.07
	厚绝缘	0.05	0.06	0.08	0.09
聚酰胺-酰亚胺为基的高强度漆包线		0.03	0.04	0.06	0.07
氧化膜铝线		0.02	0.02	0.02	0.02

当导线直径过细，且使绕组电阻增大5%以上，就要影响电气性能。因此，不仅要检查电磁线盘标签上标定的导线直径，而且要仔细测量导线实际直径。在去除绝缘漆测量时，不要损伤导线，以免影响测量的准确性。另外，当导线绝缘厚度超过规定值时，因导线直径增大，使槽满率提高，造成嵌线困难。

此外，还应检查导线绝缘的完好性以及绝缘导线的软硬程度。凡是漆膜剥落、起泡的导线不可使用。过硬的导线也不宜绕制线圈，一是不宜绕好；二是嵌线困难；三是过硬导线绕制的线圈尺寸不易控制，一般均比正常线圈大，使线圈电阻增大，影响电动机性能。

在中小型电动机散嵌绕组绕制时，导线不宜太粗。一般而言，导线直径不宜超过 ϕ1.60，导线太粗，则柔软性差，嵌线困难。如原电动机导线较粗，可在保持导线截面积大致相等的前提下，采用两股或三股直径较细的导线并绕，嵌线时线较软，容易整形。但也不是导线越细、并绕根数越多越好，这样会造成导线的机械强度差，导线易断。

2. 绕制过程

绕线所用的导线连同线盘一起放在线架上，每个放线轴上可放一个或多个电磁线盘。但同一放线盘上放两个以上导线盘时，线盘间应隔开一定距离，以免放线时两个线盘上的导线互相击打、缠绕。因此，当并绕股数不很多时，以一根放线轴上放一个导线盘为好，有几股线并绕，放几根线轴。然后将线盘上的导线拉出，穿过线夹并夹紧线夹。为避免导线绝缘磨损，在夹紧板中衬以毛毡，毛毡上涂上石蜡。用螺栓夹紧时，力要适中，以稍用力，就顺利拉出导线为宜。如必须用很大力才能将导线从夹紧板中拉过，则绕制时不仅费时费力，而且易将导线拉细，影响电动机性能。反之，若不用什么力就将导线拉出，就起不到夹紧导线的作用，线间排列就可能较乱，同时也不利于绕线。

放线装置如图4-5所示。

将导线从线夹中拉出，即可在绕线模上绕制线圈。绕线起头时，须根据极相间接线的距离，适当放一点长度。导线从引线槽进入线模，绕第一圈时，要将线头固定在绕线板上（绕制小线圈时可用手拉住线头随绕线模转一圈，但此时转速要很慢）。然后转动绕线模，将导线一层一层迭绕上去，直至绕到规定线匝数，再从引线模过渡到绕第二个线圈。绕制过程中要使各线匝间服贴、平整。导线绕制中，一个线盘用完了，但绕制并未结束，可用另一盘同规格的线接上去再绕。此时导线间要焊接，绕线时须把接口放在线圈端部，两线头套上绝缘蜡管。这种接头可以在嵌线后由接线工在连接线圈时焊接好，也可以由绕线工在绕线时接好（只宜于在修理工场，否则需在绕线工场添焊接设备，不合理）。绕完后，用穿针把棉纱绳从扎线槽中穿过去，逐匝扎紧。剪断线头，拆下线模，将绕好的线圈取下。

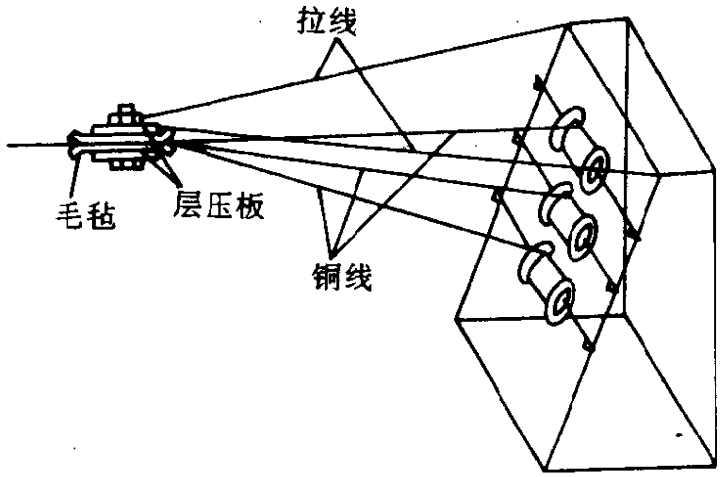


图 4-5　放线装置

绕线时要保证各个线圈的匝数准确无误，线圈绕好后，最好能用匝数测量仪检测一下。绕好的线圈要放置整齐，以免绕好的线圈形状被破坏，影响嵌线。

第五节　嵌　线

1. 配置槽绝缘

散嵌绕组在嵌线前，要把槽绝缘预先插入定子铁心槽内，槽绝缘的规格很多，随电动机绝缘耐热等级的不同及各工厂的工艺不

同而有所改变。修理电动机时，也可视电动机的绝缘等级进行选择。表 4-6 给出各种电动机所用的槽绝缘的规范，供修理时参考。

表 4-6　典型槽绝缘规范

型号	机座号	材料类别及其厚度(mm)	总厚度(mm)
JO 系列	3 号 A 级	0.1 绝缘纸＋0.17 黄腊布＋0.1 绝缘纸	0.37
	4～5 号 A 级	0.17 绝缘纸＋0.17 黄腊布＋0.17 绝缘纸	0.51
	6～9 号 A 级	0.2 绝缘纸＋0.2 黄腊布＋0.2 绝缘纸	0.60
	6～9 号 B 级	0.2 绝缘纸＋0.2 云母纸＋0.2 绝缘纸	0.60
JO_2 系列	1～3 号 E 级	0.27 聚酯薄膜绝缘纸复合箔＋盖槽盖绝缘	0.27
	4～6 号 E 级	0.27 聚酯薄膜绝缘纸复合箔＋0.15 绝缘纸	0.42
	7～9 号 E 级	0.27 聚酯薄膜绝缘纸复合箔＋0.17 玻璃丝漆布	0.44
Y 系列	80～132 B 级	0.25DMD＋0.05 聚酯薄膜	0.30
	160～280B 级	0.30DMD＋0.05 聚酯薄膜	0.35

从表中可看出，槽绝缘的厚度随电动机的容量的增加而增加，这主要是电动机容量增大，电动机槽绝缘承受的机械力也增大。另外，槽绝缘的厚度与电动机的电压等级有关，电压越高，绝缘越厚。

槽绝缘的各层绝缘作用不同，靠近槽壁的绝缘纸主要是起机械保护作用，防止槽壁损伤主绝缘；靠近导线的一层绝缘纸是保护嵌线过程中所用的划线棒避免划伤槽绝缘中的主绝缘的；这两层绝缘之间的黄腊布、云母、聚酯薄膜等是主绝缘，其主要作用是承受电场强度。

如被修的电动机是 F 级的，则槽绝缘应用 NMN，其余层间、端部所用的绝缘也应用 NMN，其厚度与 Y 系列相同。

槽绝缘的长度为铁心长度加上两端伸出铁心之外的长度，槽绝缘两端伸出铁心之外的长度，应保证绕组对铁心的爬电距离，这根据电动机的容量大小和电压高低而定。JO 系列及 Y 系列电动

机槽绝缘每端伸出铁心的长度见表 4-7 和表 4-8。

表 4-7　JO 系列电动机槽绝缘一端伸出铁心长度(mm)

机座号	3～4	5	6～7	8	9	11～13
一端伸出铁心长度	7.5	8	10	12	15	20

表 4-8　Y 系列电动机槽绝缘一端伸出铁心长度(mm)

机座号	H80～112	H132～160	H180～280	H315
一端伸出铁心长度	6～7	7～10	12～15	20

嵌线时，槽绝缘在槽口处遭受机械力最大，运行时遭受电磁场作用较强，是个薄弱环节，需加强槽口绝缘。可在槽口处把伸出槽口的主绝缘(漆布或聚酯薄膜)折叠回来，形成双层以加强槽两端的绝缘，如图 4-6 所示。因此，绝缘纸的剪裁长度应比槽长 20～30mm，漆布或聚酯薄膜又比绝缘纸长 30～40mm，但并不是所有电动机的槽绝缘均需在槽口折叠的。这对跨距较大的 2 极电动机或 4 极电动机才是必要的。随着新型材料的出现，如 DMD 材料，其机械强度大大提高，即使是 2 极电动机，只要功率较小，也可不必折叠。

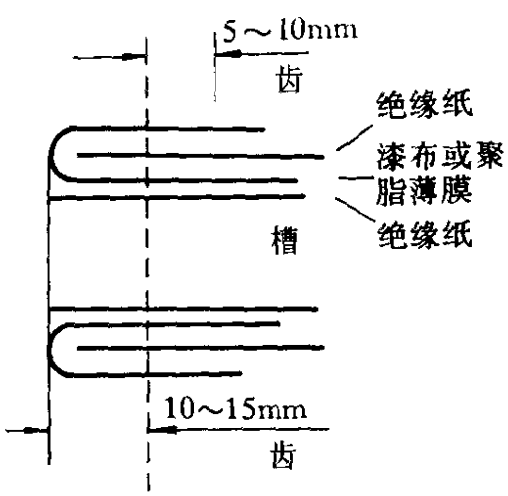


图 4-6　槽口绝缘纸折叠示意图

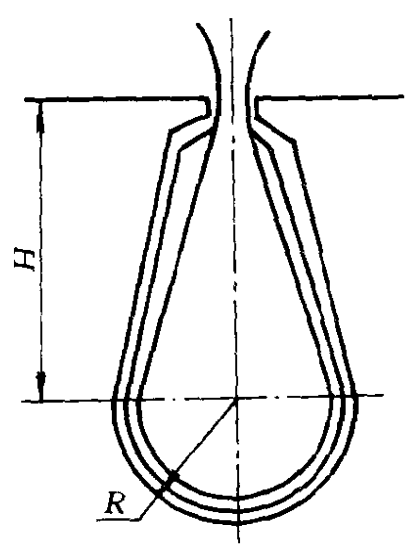


图 4-7　槽绝缘的放置

槽绝缘宽度应根据槽形尺寸选择，一般有两种方式：一种是槽绝缘不伸出槽口，嵌线时要加临时引槽纸，线嵌下去后，再撤去引槽纸；另一种是内层绝缘纸伸出槽口兼做引槽纸，线嵌下去后用剪刀剪去引槽纸（冒口）。如果是少量修理，可以采用后一种方式，比较方便；如果是大量生产，则应用前一种方式，可节省不少材料，尤其是内层绝缘用聚酯薄膜等价格较昂贵的材料时更应如此。不管采用哪一种方式，其主绝缘都是放置在槽口下，不宜高出槽口。因为槽口一般都较小（嵌成型线圈的开口槽另当别论），如果很厚的槽绝缘伸出槽口，则导线不易嵌入槽内。但主绝缘也不能放置太低，否则将不能把导线包住，使导线与铁心之间有被击穿的可能。一般的放置应把主绝缘放到槽口下转弯处为宜，如图 4-7 所示。单台修理时可裁一张试插入槽内，看是否合适，也可根据槽形尺寸估算。估算办法是：

$$\text{槽主绝缘宽} \approx \pi R + 2H \quad \text{（见图 4-7），} \tag{4-11}$$

$$\text{引槽纸宽} \approx \text{槽主绝缘宽} + (20 \sim 30)\text{mm。} \tag{4-12}$$

槽绝缘放置时要对称，不宜一边高，一边低，以免低的一边槽绝缘包不住导线，伸出槽口的两端也要对称，不宜一端长，一端短，以免短的一端，爬电距离不足，引起故障。

2. 嵌线工具及其辅助材料的准备

电动机嵌线时既要求铁心和槽内干净，也要求工作台、周围环境要整洁。工作台上不要有灰尘，更不能有铁屑等金属异物。特别是修理的电动机，须经整理清洁后才能移到工作台上。操作工双手也要干净，不要有油污，以免将手上的油污沾到导线上，再沾上灰尘，使导线绝缘劣化。

嵌线前还须检查一下槽绝缘用得是否准确，放置是否符合要求。此外，还要准备好端部相间绝缘，双层绕组还得准备好槽内层间绝缘以及槽楔等。槽楔一般用层压玻璃纤维布板制成，亦可用树脂化竹做成，但绝缘等级为 B 级以上的电动机，应用层压玻璃纤维布板做为宜。楔厚可视槽形大小及槽口宽度而定，一般应不小于

3mm。为防止打槽楔时划破绝缘，槽楔一端的下边要倒角。

另外还得准备好嵌线所需的工具。常用的嵌线工具有划线板、压线板(棒)、弯头长柄剪刀、橡皮榔头、木榔头、小铁锤、尖嘴钳等。

划线板是用来理顺导线且引其入槽的工具。因此划线板理线一侧要磨得十分光滑，厚薄适宜。如果磨得太薄，会出现锐利的刃口，易划伤导线绝缘；由于划线板要能够划入槽内 2/3 处，故划线板也不能磨得太厚。准备划线板时，还得检查划线板有否毛口，如有毛口应用砂布打光。划线板一般用胶木板做好，也可用较硬的木板制作。当没有合适材料时，可以用竹板磨光制成，但不可以用钢质材料做，因为钢质材料太硬，理线时易损伤导线绝缘。

压线板(棒)用来封槽口，其宽度尺寸以槽上部尺寸减去 0.6～0.7mm 为宜(如用压线棒，其宽度可比槽楔宽度小 0.2～0.3mm)。压线板(棒)也要做得十分光滑，以免损伤导线绝缘。

小铁锤是用压线板封槽口时的辅助工具。为了便于封口，压线板压住槽绝缘及导线时用小铁锤轻轻敲击压线板上边，使槽内导线及槽绝缘服贴，这样打槽楔时较方便。严禁用铁锤直接敲击导线，包括端部。端部整形时，只能用橡皮榔头。

尖嘴钳是用来垫端部相间绝缘的辅助工具，或用来拉槽里的层间绝缘，注意不要使尖嘴钳拉到电磁线。

压线板(棒)要根据槽形多准备几把，以便嵌线时称心合手。

3. 嵌线过程

在我国，目前的嵌线工作绝大多数都是手工操作，因此，嵌线时的手法讲究较多，手法不一样，嵌线的质量也不一样。现以双层绕组为例，说明嵌线的方法：

(1) 线圈整理。第一步是拿起线圈将线圈的宽度稍稍压缩一下，使线圈比铁心内孔稍小些。这对节距较大的两极和四极电动机，是十分必要的，特别对两极电动机尤为必要。压线圈时可将整个极相组线圈的下层边放在工作台上，两手压住线圈的边，均匀地用力压下去(线圈较长较大的，也可逐只线圈压)。小一点的线圈，

也可拿在手上，用另一手，张开食拇两指，按在线圈一侧的上下层边，往中间挤一下，另一侧再重复上述动作。

第二步，理直线圈的头尾引接线，套上绝缘套管，注意绝缘套管的等级须跟主绝缘的等级一致。

第三步，将线圈下层边上的扎线移至非出线端（即使嵌好线后所有的棉纱扎线都要去掉，在理线时仍以保留为好，待上层边也嵌入根内后再剪掉棉纱扎线）。

第四步，用右手拿起线圈尾线的那一把（指绕线结尾时的那只线圈），并将它作为嵌线的第一把。然后用右手的食、拇两指捏住该线圈的下层边，左手捏住线圈的上层边，乘势一扭，使上层边外侧的导线扭至上面，下层边外侧的导线扭至下边。第四步的手势很重要。首先扭的时侯要适度，因为这样扭后，使线圈端部变得扁而薄，外层的导线从上层边的上部通过端部的转折，变成下层边的下部，看上去也美观。另外，这样处理也便利端部的整形。更为重要的是，线圈端部变得扁而薄后，适合于第二个线圈的重叠，使线圈鼻端处于稍斜而有顺序的排列，减轻线圈两鼻端间的挤压，从而使两线圈鼻端部的十字交叉处的压强比不扭时小得多。可避免压破此处导线绝缘，减少造成匝间短路的机会。

为什么必须这样做的道理很简单。因为绕组是在平直的线模上绕的，而定子槽分布在圆周上，即线圈两边所在的两个槽是八字形排列的，所以在槽上部的导线所跨过的弧长要比槽底部导线跨过的弧长小些。如果下线时不按上述捏法，不将线圈边扭一下，则槽上部的导线势必拱出去。由于扭了一下，线圈内的导线变了位，线圈端部就有了自由伸缩的余地。两极电动机由于跨距大，这种现象更为显著，尤其不能忽视扭一下这个动作。

对于线圈尺寸较小的电动机，许多嵌线工往往同时将一个极相组的线圈的下层边一次放入各个槽内。这需要操作工在嵌下层边时，一开始手中就拿几只线圈。这虽然增加了一些嵌下层边的难度，但由于一组线圈同时下槽，使过桥线更为服贴。另外，嵌线时以

线圈尾线的那一把作为起把线圈，是为了让线圈间的过桥线跨距比节距大 1 槽，这样，过桥线处理在线圈内侧，使端部显得更整齐。

（2）线圈嵌入及其注意事项。图 4-8 所示线圈的节距是 1～7，嵌线时，是从第 7 槽开始依次嵌入下层边的。将经过扭转处理的线圈下层边尽量捏扁，左手分开引槽绝缘，使线圈前部进入槽内。然后再用左手拉住线圈前端部（线圈前端进入槽内后不再需要左手分开引槽绝缘），边往一侧拉，边向槽内轻压，右手逐渐后移，尽可能将线圈下层边一次拉入槽内。如果线圈下层边未能一次拉入槽内，可用左手将露在槽口上沿的线理齐并向槽一侧移动，右手握住线圈另一侧轻轻摇动，一般线都顺势而下的，亦可用理线板将线慢慢划入槽内。

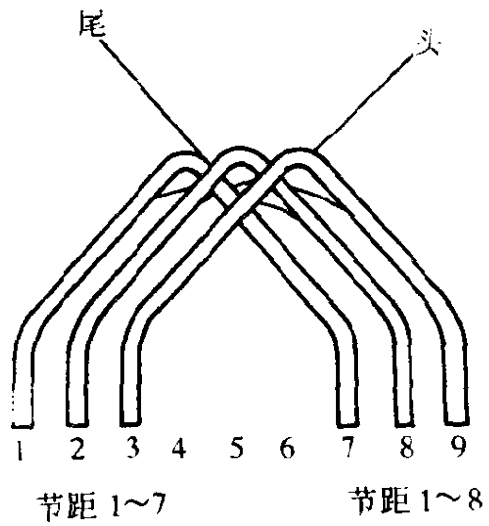


图 4-8　线圈在槽内位置的示意图

该线圈的下层边嵌到槽内后，上层边还不能嵌进去，但此时仍须将线圈整一下形，线圈两端部顺着铁心形成弧形，上层边搁在第一槽稍靠前的位置上，为了不使线圈上层边与铁心内表面碰擦，未嵌入的线圈上层边与铁心内表面间应垫一张不易划破的纸。然后依次在第 8、9……槽内嵌入其他线圈的下层边，并垫好层间绝缘。垫层间绝缘时，应先将其曲成半圆形，慢慢穿入槽内。层间绝缘须将下层边的导线全部盖住，如不能将下层边导线全部盖住，则须将层间绝缘抽出来重垫。

当第 13 槽内进入下层边后，该线圈的上层边可以嵌入第 7 槽的上层槽中。为了便于上层边嵌入，应先将压线板将层间绝缘及下层边导线压实。然后将上层边推至槽口，拉去棉纱线扎，右手的

食、拇两指将线捏扁，左手从右至左顺着线圈的直线边将线捋齐，将线不断地送入槽内。同时用划线板沿着线圈边两侧交替划，引导导线入槽。划线时，每次都要划到头。当线间交叉，不易划下时，应用右手将线稍稍提起，理齐后再划。另外，划线时应先将处于下面的几根线划下去，再逐渐把位于上面的线一点点划下去，直至所有的线都划入槽内。

每一只线圈嵌好后，都要整一下形。通常是用手掌将线圈端部揿下去，或用橡皮榔头将端部打成合适的喇叭口形，使线圈端部低于铁心的内圈。这样做的目的一是便于打槽楔，二是便于下一个线圈的嵌线。否则，将使以后整个定子线圈的嵌线变得困难。即使勉强嵌下去，端部不是成为喇叭口，而是形成直口甚至内收，给最后整形带来困难。

(3) 封槽口打槽楔。当嵌好一个线圈的上层边时，就要随时封好槽口，打入槽楔。

打槽楔时先要用压线板将槽中的导线压实。通常是用小铁锤轻敲压线板，在槽内边敲边移动。如果线圈在槽口的转角处凸起，使近槽口的线不易压实(即压线板拉出线即弹起)，可先把竹板或其他硬木块垫在线圈转角处的线上，用木锤敲打竹板或硬木块，把线圈压下去，再压实槽内的导线。

槽内导线压实后，用弯头剪刀剪去引槽纸(如用临时引槽纸则用手拉去即可)。引槽纸要剪得低一些，平一些，以免封槽时有残余引槽纸留在槽口外。如果仍有残余引槽纸留在槽口外，则用剪刀再剪去些重包。

封槽口的办法是将压线板配合划线板把槽绝缘折合起来，再用压线板将封口的槽绝缘压实，立即将槽楔有倒角的一端(倒角面向下)由槽的一端插入，用打槽楔的工具将槽楔慢慢打入。槽楔打入时要注意折好的槽绝缘的封口，不要折皱。

当线圈的下层边要嵌到第 1～第 6 槽时，要将原先未嵌下去的 1～6 槽的上层边翻起，上层边翻起时，尽量避免其形状被破坏。

特别是跨距较大的两极线圈，翻起的线圈较多，该部分的嵌线相对难一些，更需要耐心和细心。

（4）端部整形。每嵌完一只线圈，就要用手掌按住线圈端部往下压一下。一个极相组的线圈嵌完后，还要垫好端部相间绝缘。当用手压线圈未能达到整形的要求时，可用橡皮榔头或用木榔头垫上竹板敲打线圈端部，使端部逐步成为喇叭形。

端部打成喇叭形，并不是喇叭口越大越好。喇叭口太大，与机壳的距离太近，会因爬电距离不足造成故障。如果是铁心嵌好线后再压进机座的，还得考虑压圈的尺寸，以免压圈套不进线圈。喇叭口太小也不行，除了嵌线困难外，将影响通风散热，严重时转子也放不进去。图 4-9(a)表示了端部整形比较合理的形状；图 4-9(b)的整形就差一些。

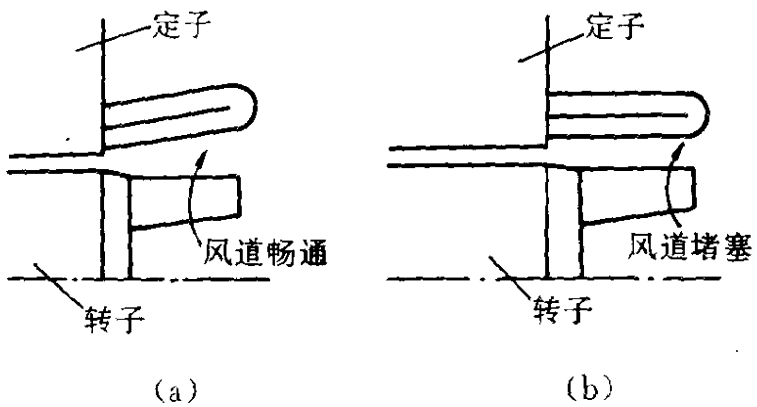


图 4-9　线圈端部整形

端部相间绝缘一般都是在嵌线打好槽楔后就垫好的。当线圈整形后，如有绝缘滑落出来，则需重新垫好。端部相间绝缘应插在相邻极相组之间，要一直插到与槽绝缘相接处，且必须盖住层间绝缘。由于双层线圈排列很紧密，嵌完全部线后再垫相间绝缘比较困难，因此，还是在嵌线过程中边嵌边垫为好。对单层同心式的两极线圈来说，由于其端部整形动作很大，线圈拉得很开，一般都采用整形后再垫的方法。若在嵌线时就垫好端部相间绝缘，一整形就会掉下来。其他单层线圈端部垫的相间绝缘，整形时也会移位，故整形结束后须用尖嘴钳辅助逐张填好。所有填好的端部相间绝缘的外沿都要用剪刀修齐，绝缘只要高出导线 5～8mm 即行，然后再用扎带将端部绑扎结实。

第六节　接线和引线

绕组嵌好线、整好形后，就要按要求进行端部接线。即把属于各相的极相组接连到一起，形成一组完整的相绕组。绕组若接线不当，电动机就不能正常运转。

为保证N极和S极互相间隔排列，同相相邻的两个极相组的电流流向必须相反。图4-10表示一台四极电动机一相绕组的串

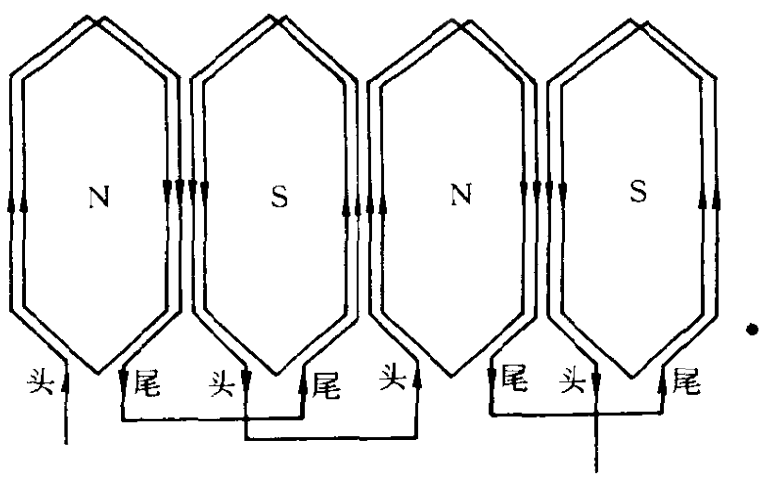


图4-10　“反串”联接

联接法。N极下极相组中的电流如果是逆时针方向，那么在其相邻的S极下极相组中的电流就是顺时针方向流动。这种联接方法，必须是各极相组的尾接尾，头接头。这也是绝大多数电动机绕组极相组间联接的一般规律，这种接法称为“反串”接法。还有一种接法是将同极性的极相组联到一起，采用头尾相接的方法，称为“正串”接法。图4-11是两个同极性下的极相组的直接联接，线圈中电流的方向一致，均是逆时针。

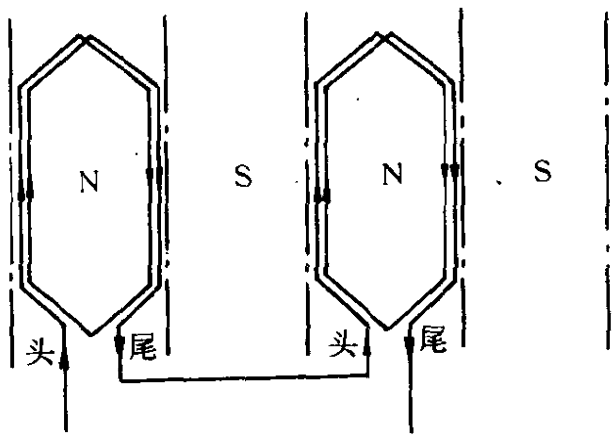


图 4-11 “正串”联接

实际接线中，往往不画出绕组展开图，只画出绕组简图，在简图中用一个矩形框代表由 q 个线圈组成的一个极相组，四极电动机有 12 个极相组，只要画 12 个矩形框。图 4-12 表示了四极电动机三种联接方式的简图。图中的 1、2、3…表示线圈的顺序号；箭头表示该极相组线圈中的电流正方向；U、V、W 表示极相组所属的不同相；U_1、V_1、W_1 及 U_2、V_2、W_2 表示三相电动机联接后最后引出的 6 根接线。3 种联接方式略有差异，但各相绕组的各个极相组中的电流流向却是一致的，这就意味着只要保证每个极相组中的电流方向正确，电磁效果与连接的次序、方式无关。实际连接中，只要从连接线的长短，排列是否整齐对称，以及距接线盒的距离来考虑，具体接法可不必多计较。

在连接引线时一定要分清每相绕组的头和尾，最易记牢的规律是把顺箭头进去的三个端头都当头，用 U_1、V_1、W_1 表示，顺箭头出来的三个端头都当尾，用 U_2、V_2、W_2 表示，在引接线上打上 U_1、V_1……等 6 个符号，并把 U_1、V_1、W_1 扎在一边，U_2、V_2、W_2 扎在另一边。那么，接到外面接线板上时，可避免出错。

若外接线的 U_1、V_1……等记号被混淆，可用前述测头尾的办法来测定。

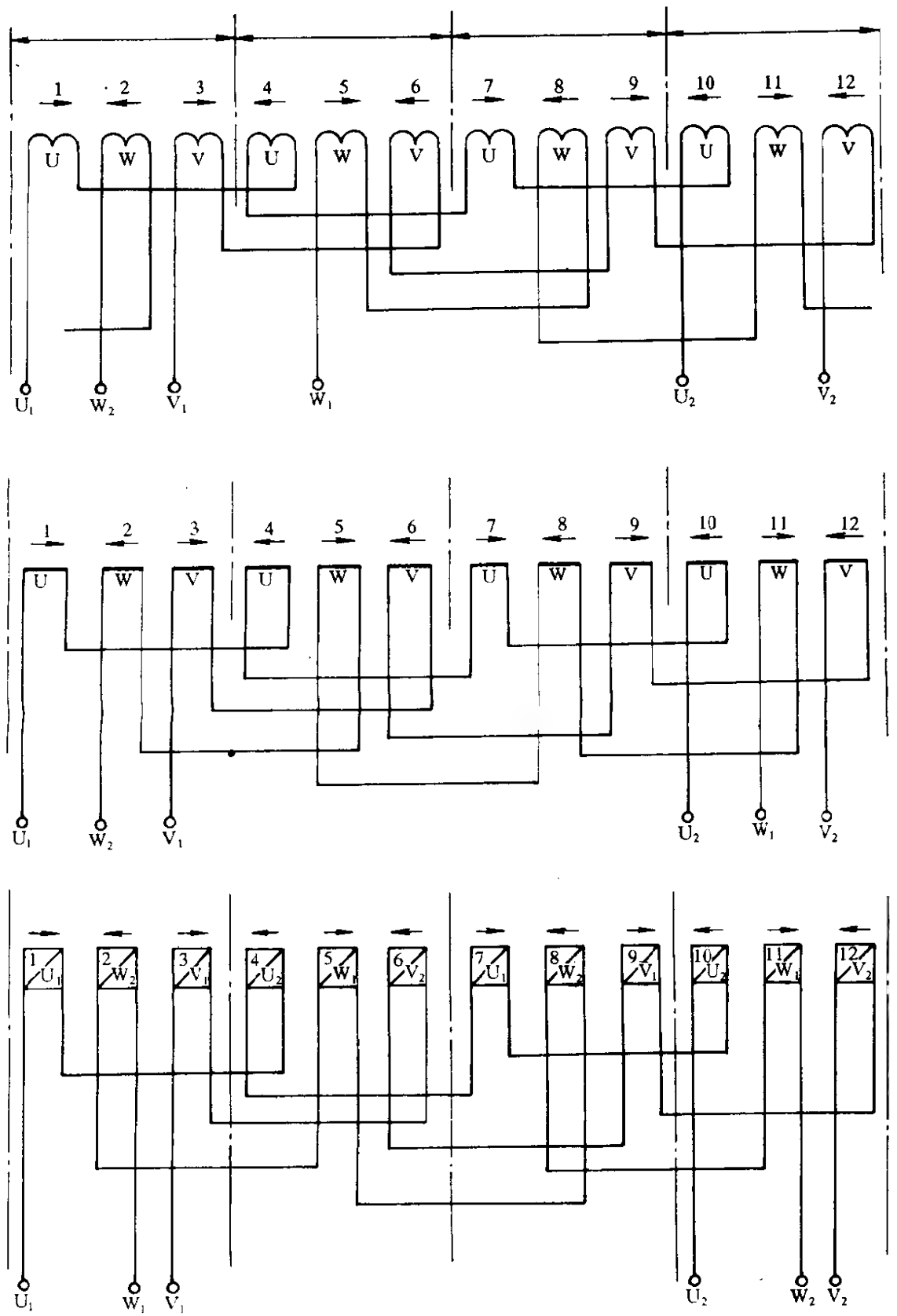


图 4-12　三相四极($a=1$)电动机的不同联接方式

第七节　焊　接

目前，电动机用电磁线基本上是由铜导线组成。铜是良导体，只要将电磁线外层的绝缘去掉，把线头绞在一起，线路就接通了，但这种连接不可靠，一是因为接触电阻大，二是电动机运行发热后，导线表面的氧化会使接头的接触电阻进一步加大，最后导致接头烧坏。因此，凡是接头都须焊接。

1. 焊接准备

(1) 准备好焊接工具及应用的焊料。

(2) 准备好尺寸合适的玻璃丝漆套管以及耐热等级与主绝缘相同的绝缘包布。

(3) 清除待焊部位的线头绝缘，漆包线可用专用刮漆刀刮净线头绝缘。

(4) 采用锡焊的绕组(除了小功率的电动机可采用锡焊外，其他电动机不宜用锡焊)，线头绝缘刮净后先搪锡。

2. 线头连接

线头连接的形式很多，一般采用以下几种方式：

(1) 绞接。绞接适用于导线较细或并绕根数不多的连接。有对绞和并绞，见图 4-13。在焊接前先把绝缘套管套入导线。

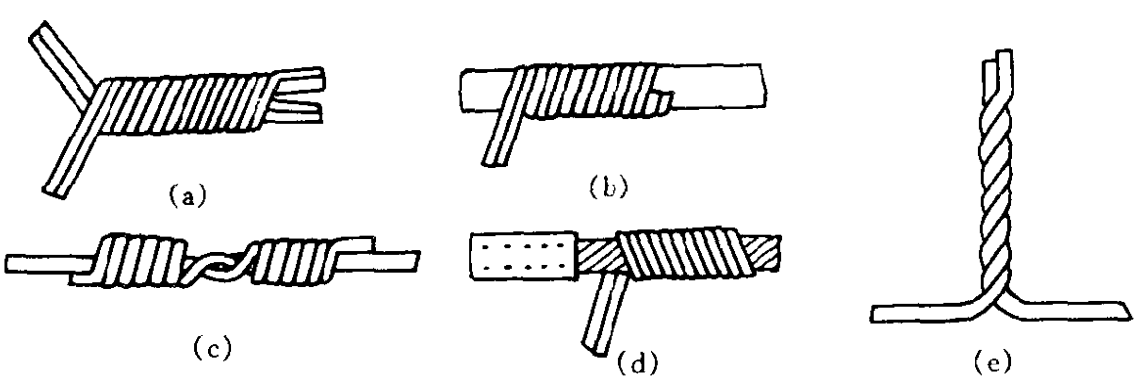


图 4-13　绞接方式

(2) 扎线连接。适用于较粗导线的连接。扎线一般用 0.3～

0.8mm 细铜线。图 4-14 是常见的几种扎线联接方式。

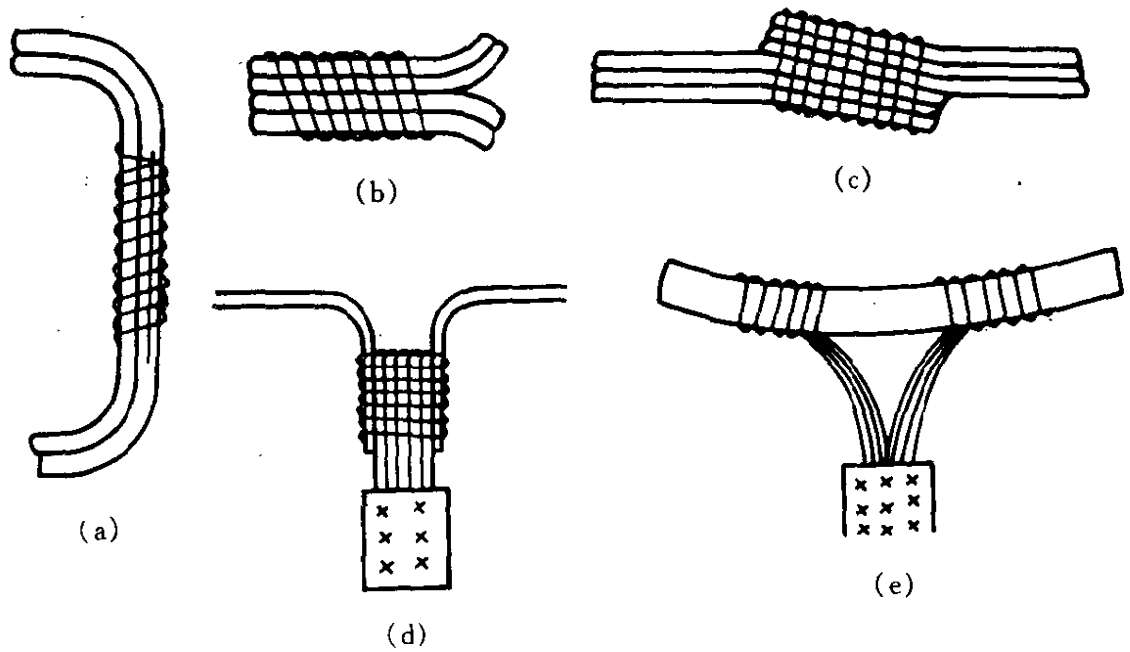


图 4-14　扎线连接方式

(a)、(c)、(e) 相同线径的绞接方式；(b)、(d) 不同线径的绞接方式

(3) 并头套连接。多见于扁铜排连接，一般散嵌绕组是不用的。

3. 焊接

(1) 锡焊。虽然在电动机修理中仍有采用锡焊的方法，但中小型电动机制造行业中已取消了锡焊的方法，因为焊锡熔点低，耐不了高温。在微型电动机中，由于导线很细，可以采用锡焊。

常用的锡铅焊料牌号为 HISnPb39、HISnPb50、HISnPb58-2、HISnPb68-2 等。焊剂是松香、酒精溶液。焊锡膏有些腐蚀性，虽可使用，但焊后一定要把残余焊锡膏清理干净。

焊接一般采用烙铁。烙铁的尺寸和烙铁头的形状应根据接头导线的粗细及施焊部位特点来选择。

(2) 银铜焊或磷铜焊。对于大型电动机或用在重要场合的电动机，常采用银铜焊或磷铜焊。但电动机运行场所振动较大时，不宜用磷铜焊，以防脆裂开焊。把焊料做成直径 3mm 左右的细棒，

用氧－乙炔焰加热，也可用喷灯加热。采用银铜焊时，要使用焊剂——硼砂，由于磷本身有去氧化作用，故磷铜焊时可不用焊剂。

铜焊时要注意不要烧伤线头附近的绝缘，焊前可在线头附近缠上浸水的石棉绳或浸水的棉纱绳。焊时防止焊剂、焊料掉到线圈缝内。

(3) 碰焊。碰焊适用于1～40kW电动机接线的焊接。焊接时要有一个焊接变压器，容量1.5kVA左右，二次电压为3.8～7.4V，二次电流为45～150A。焊接时用夹线钳夹起绞接好的线头，另一把夹线钳夹上碳精棒，线头与碳精棒逐渐接近到一定距离时，发出电弧，将线头烧熔，形成一个焊点。焊接时可根据接头的大小调节电压，焊点要呈半圆球形，外表光滑，接头的所有铜导线都要焊在一起，这种焊接方法很方便，效率极高。

第八节　浸漆与烘干

1. 绕组浸漆处理的目的

绕组浸漆烘干处理的目的有以下几点：

(1) 增强电气绝缘强度，提高防潮性能。大多数绝缘材料由纤维材料及其他材料组成。纤维材料会吸收周围空气中的潮气，从而使绝缘耐击穿电压下降。绝缘经浸漆、干燥固化后，绝缘漆将电动机绝缘中的毛细孔填满，并在表面形成光滑致密的漆膜，可提高阻止潮气和其他介质侵入的能力。另外，绝缘漆的击穿强度和其他电气性能远高于空气，因此，经绝缘浸漆处理过的绕组，其电气性能比未浸漆处理前要好得多。

(2) 减缓老化速度，提高导热性能和散热效果。电动机绕组的使用寿命决定于该电动机长期运行的温升。以常用的封闭型风扇自冷式电动机的工作情况为例，其绕组工作时发出的热量，大部分是经槽绝缘传导至铁心，再经铁心传导到机壳，最后从散热片随风扇吹冷散发出去。绝缘漆的导热系数是空气的5倍，经过处理后，

导线缝隙及绝缘纸内充满了绝缘漆，从而大大改善了电动机的散热条件，电动机的温升大为下降，也减缓了绝缘的热老化速度。

(3) 提高了绕组的机械强度。导线通过电流时会产生电磁力，尤其是鼠笼式感应电动机起动时电流很大，导线将发生强烈的振动。经过浸漆烘干处理的绕组与铁心胶合成一个结实的整体，绕组端部也胶合成一体，减轻了由电磁力引起的振动和磨损，使绕组的机械强度大大提高。

(4) 提高绕组的化学稳定性。经绝缘处理过的绕组端部有一层光滑致密的漆膜，能防止有害的化学介质侵入绝缘材料及线圈内部，提高了绕组的化学稳定性。

2. 浸漆工艺要点

浸漆工艺主要包括预烘、浸漆、烘干三个过程。

(1) 预烘。电动机在浸漆前先进行预烘。预烘的目的是使工件加热，驱除分布在绝缘结构内的潮气及低分子挥发物，以利于绝缘的渗透，避免绝缘结构内的潮气被漆封闭在里面，使电动机绕组的绝缘电阻下降。

预烘的温度一般都是绝缘结构所允许的最高温度。电动机预烘的升温速度为 20～30℃/h，受潮严重的电动机，其升温速度应控制在 8℃左右，或者先加温至 50～60℃保持 3～4h，待大量潮气驱除后，再正常加温烘干。

预烘的时间与绝缘受潮程度、绝缘材料性质、烘干条件有关，以绕组的绝缘电阻值达到持续稳定值为止。绕组的绝缘电阻值应定时测量，通常为每小时测量一次。所谓持续稳定值是指连续 3h 内测得的绝缘电阻值相差不大于 10%。

(2) 浸漆。电动机预烘后，温度降到 60～80℃时，即可以开始浸漆。温度太高或太低均不利于浸漆。温度太高，易使漆中的溶剂挥发；温度太低，漆流动性差，不易浸透。

浸漆的方法很多，有真空浸漆、滴漆、沉浸、灌浸等。修理单位可视现有条件和体积大小，以及对绝缘质量要求等情况进行选择。

下面介绍几种常用的浸漆方法：

① 浇漆。此法设备简单，但效率低，宜用于单台电动机的浸漆处理，尤其适用于大中型电动机。方法是：先把电动机垂直放在滴漆盘上，用漆壶浇绕组的端部，让漆顺着线圈往下淌。浇时要一圈一圈循环浇，要浇足、浇透。待漆滴至 20～30min 时，将电动机翻过来，再浇另一端绕组，直至浇透为止。

② 沉浸。此法要求工场有一漆缸或漆罐，由于修理工场中漆缸不会很大，此法特别适合于小型电动机的浸漆。将欲浸漆的电动机吊入漆缸中，漆面应高于电动机 200mm 以上，使绝缘漆渗透到所有绝缘的孔隙内，填满线圈匝间及槽内所有的空间。

采用有溶剂漆时，最少浸两次；采用无溶剂漆时，可浸一次。第一次浸漆时，为了把漆浸透，漆的粘度要低一些，如用 1032 漆，第一次浸漆时漆的粘度为 18～22S 4# 福特杯，浸漆时间为 15min 左右，以浸入电动机不再冒气泡为止。第二次浸漆是为了填充第一次浸漆未填满的空气隙，加厚漆膜，粘度要高些，此时的 1032 漆，粘度应为 30～38S 4# 福特杯，浸漆的时间可适当短些，约 12～15min。

表 4-9 是低压小型电动机定子绕组(B 级)沉浸 1032 漆的常用数据。

表 4-9　低压小型电动机定子绕组(B 级)沉浸 1032 漆数据

工序名称	温度 (℃)	时　　间	绝缘电阻稳定值 (MΩ)
预烘	120±5	6～7h (H80～160) 9～11h (H180～280)	>50 >15
第一次浸漆 滴漆 烘干	60～80 室温 130±5	>15min，直至无气泡 >30min 6～8h (H80～160) 14～16h (H180～280)	 >10 >2
第二次浸漆 滴漆 烘干	60～80 室温 130±5	10～15min >30min 8～10h (H80～160) 16～18h (H180～280)	 >1.5 >1.5

③ 滚漆。此法只适用于绕线型转子绕组的浸漆。转子搁在漆槽上，槽里装入绝缘漆，漆面高度要能浸没绕组，将转子来回滚动，让漆浸透所有的绕组。

(3) 烘干。将浸过漆的电动机烘干，是为了挥发漆中的溶剂，并使绕组表面形成坚固的漆膜。烘干过程一般都分两个阶段进行，第一阶段的温度控制在略高于溶剂的挥发温度即可，约烘 2～4h。若这阶段温度过高，会使绕组表面很快形成漆膜，绕组内部气体无法排出。第二阶段是高温阶段，主要是使漆基固化，并在绕组表面形成坚固的漆膜。

烘干的依据是绕组的绝缘电阻趋于稳定。因此，烘干时需每小时测一次绝缘电阻值，以连续三次测得的绝缘电阻值的变化不大于 10%为烘干。

烘干的设备和方法应视工场的条件而定。常用的烘干设备和方法有下列几种：

① 烘箱或烘房。烘箱或烘房采用循环热风来加热、干燥。其结构如图 4-15 所示。一般用耐火砖砌成，最好有内外两层，中间填隔热材料，以减小热损失。发热器可采用电热丝、煤气或管道蒸汽等，但不能裸露在干燥室内，因为绝缘漆和稀释剂都很容易燃烧。干燥室外装有鼓风机，将发热器产生的热量均匀地吹入干燥室，以保证加热均匀。烘箱或烘房要装有出气孔，出气孔用活门控制，必要时排出漆的溶剂蒸汽，加速干燥，并有减压作用。图 4-15 中箭头表示热空气循环方向。

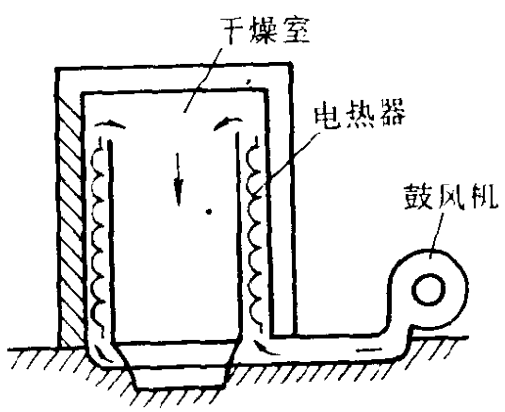


图 4-15　循环热风干燥室

用煤气或煤加热的烘房一般都较大，当修理或制造批量电机时宜采用这类烘房。电烘箱有大有小，一般工场以用电烘箱为多。

② 红外线灯。红外线灯干燥是将红外线灯泡装在烘房的四周，其产生的红外线干燥效果较好，但成本较高，比较适用于单件大电动机的烘干用。如果采用远红外线加热器，烘干、节能效果更好。

③ 白炽灯。对容量较小的单台电动机修理。浸漆后的烘干可用功率较大的白炽灯。白炽灯放在定子中间，灯不要与绕组靠得太近，以免烤焦绝缘。电动机外边要加保温措施。该法虽简单方便，但不是一个可靠的方法。

④ 电流干燥法。该法是将绕组通电，利用其电热来烘干绕组。采用电流干燥法时，将三相绕组串联后接到低压电源上，但需要有一台调压器，也可用一台电焊机作电源。如果没有调压器和电焊机，也可以把绕组接在 220V 单相电源上，但要串联一个可调节大电流的电阻器来调节通入绕组的电流，一般绕组中的电流控制在60%额定电流左右。如果有 3 台同规格的电动机绕组同时烘干，可将 3 台电动机串联起来接在 380V 电源上同时烘干，既方便又省时。

如果有三相调压器，此时只要将三相低压交流电通入三相绕组中，电压约为该绕组额定电压的 7%～15%，由于没有转子，此时绕组中的电流约为额定电流的 50%～70%，通电烘干时应在线路中接入一个电流表，以保证通电电流值在 60%额定电流左右。

通电烘干时应逐渐升高温度，若升温过快，有可能使线圈绝缘涨裂。

采用电流干燥法，要注意安全，防止触电。

第五章　电机绕组重绕的计算

电动机失去铭牌而又缺乏技术数据，或电动机原有的额定电压不能适应电源电压的要求，或电动机原有极数不能适应配套机械的要求，此时需对绕组重新进行计算，以确定定子绕组的匝数、线规及其他主要参数。

第一节　导线代用的计算

在电动机修理中，一时找不到原用的导线，可用其他导线代用，代用的基本原则是导线的电流密度基本不变，线圈每匝的电压基本不变，只要保证上述两条原则，代用的方法多种多样。

1. 不改变绕组接法时的导线代用计算

不改变绕组的接法是指不改变绕组的并联路线及绕组相间的联接(即原Y连接的仍为Y连接)。代用时只要保证线匝的截面积基本不变即可。设原来每匝线由 N_1 根 d_1 的导线并绕而成，代用后用 N_2 根 d_2 导线，则应有：

$$N_2 d_2^2 \approx N_1 d_1^2。 \qquad (5\text{-}1)$$

如原来每匝线有 N_1 根 d_1 及 N_2 根 d_2 的导线并绕，代用后用 N_3 根 d_3 导线及 N_4 根 d_4 导线，则应有：

$$N_3 d_3^2 + N_4 d_4^2 \approx N_1 d_1^2 + N_2 d_2^2。 \qquad (5\text{-}2)$$

代用时线规不要多于2种，且两种线规的导线直径不要相差太大。代用后如并绕根数增加较多，将使槽满率提高，因此，槽满率原来较高的，根数不宜增加很多。

2. 改变绕组接法时的导线代用计算

(1) 绕组并联支路数改变。绕组并联支路数 a，必须在本电动

机所允许的范围内变换。表 5-1 列出了不同极数下单、双层绕组可能有的并联支路数。

表 5—1　交流绕组可并联的支路数 a

极数 $2p$	可能的并联支路数 a	
	双层绕组	单层绕组
2	1、2	1
4	1、2、4	1、2
6	1、2、3、6	1、2、3
8	1、2、4、8	1、2、4
10	1、2、5、10	1、2、5
12	1、2、3、4、6、12	1、2、3、4、6

如原并联支路数为 a_1，导线直径为 d_1，并绕根数为 N_1，每只线圈的匝数为 W_1；现改变并联支路数为 a_2，导线直径为 d_2，并绕根数为 N_2，每只线圈的匝数为 W_2，它们之间应满足下列关系：

$$\begin{aligned} a_1 W_2 &= a_2 W_1, \\ a_1 N_1 d_1^2 &= a_2 N_2 d_2^2。 \end{aligned} \tag{5-3}$$

(2) 绕组相间联接改变。这主要是指绕组 Y、△之间的接法改变。当线电压保持不变时，△接法的相电压是 Y 接法的 $\sqrt{3}$ 倍，线圈匝数增为原来的 $\sqrt{3}$ 倍，导线截面为原来的 $1/\sqrt{3}$ 倍。因此，改变绕组联接时的变换关系为

$$\begin{aligned} d_Y^2 &= \sqrt{3} d_\triangle^2, \\ W_Y &= W_\triangle / \sqrt{3}, \end{aligned} \tag{5-4}$$

式中：d_Y 为 Y 接法时的导线直径(mm)；$d_\triangle$ 为△接法时的导线直径(mm)；W_Y 为 Y 接法时线圈的匝数；$W_\triangle$ 为△接法时的线圈匝数。

现举例说明上述代用计算的方法。

有一台电动机，原接法是 $a=4$，每只线圈的匝数为 24，线规为 1 根 $\phi1.06$ 和 1 根 $\phi1.12$，现工场里只有 $\phi0.85$、$\phi0.9$、$\phi0.95$、$\phi1.0$ 等几种线规，如何代用最好。

如不改变接法，则因为

$1\times1.06^2+1\times1.12^2=2.378\ (mm^2)$，

选 1 根 $\phi0.95$ 和 2 根 $\phi0.85$ 的线规，则有

$1\times0.95^2+2\times0.85^2=2.3475\ (mm^2)$。

这样代用，截面减少了 5%～6%。若电动机原来的温升、效率裕度较大，可以代用。用 2 根 $\phi0.90$ 和 1 根 $\phi0.85$ 的线规，结果与上述相仿。

如改变接法，使 $a=2$，则选 2 根 $\phi0.95$ 和 4 根 $\phi0.85$ 线规，此时有：

$a_2N_2d_2^2=2\times(2\times0.95^2+4\times0.85^2)=9.39\ (mm^2)$，

而

$a_2N_2d_1^2=4\times(1\times1.06^2+1\times1.12^2)=9.51\ (mm^2)$。

两者结果比较接近，可以代用。

第二节　三相异步电动机的改压计算

电动机在进行改压修理时，常用两种办法：一种是改变电动机原有绕组的接法；另一种是重新绕线。一般是优先考虑绕组改接，如绕组改接满足不了改压要求，则应重新绕线。

改压的原则，也是要保持导线的电流密度基本不变和线圈的每匝电压基本不变。

1. 改变接线方法

改变接线方法包括改变绕组的并联路数及绕组的 Y、△接法。改压时应先算出改压前后的电压比。为方便改压修理，表 5-2 列出绕组各种接线方式改变后的电压比。

表 5-2　三相绕组改变接法电压比（原绕组电压为 100%）

绕组原来接线法 \ 绕组改后接线法	一路Y接	二路Y接	三路Y接	四路Y接	五路Y接	六路Y接	八路Y接	十路Y接	一路△接	二路△接	三路△接	四路△接	五路△接	六路△接	八路△接	十路△接
一路Y接	100	50	33.3	25	20	16.7	12.5	10	57.7	28.9	19.2	14.4	11.5	9.62	7.22	5.77
二路Y接	200	100	66.7	50	40	33.3	25	20	115	57.7	38.5	28.9	23.1	19.2	14.4	11.5
三路Y接	300	150	100	75	60	50	37.5	30	173	86.6	57.7	43.3	34.6	28.9	21.7	17.3
四路Y接	400	200	133	100	80	67	50	40	231	115	77	57.7	46.2	38.5	28.9	23.1
五路Y接	500	250	167	125	100	83.3	62.5	50	289	144	96.2	72.2	57.7	48.1	36.1	28.9
六路Y接	600	300	200	150	120	100	75	60	346	173	115	86.6	69.2	57.7	43.3	34.6
八路Y接	800	400	267	200	160	133	100	80	462	231	154	115	92.4	77	57.7	46.2
十路Y接	1000	500	333	250	200	167	125	100	577	289	192	144	115	96.2	72.2	57.7
一路△接	173	86.6	57.7	43.3	34.6	28.9	21.7	17.3	100	50	33.3	25	20	16.7	12.5	10
二路△接	346	173	115	86.6	69.3	57.7	43.3	34.6	200	100	66.7	50	40	33.3	25	20
三路△接	519	260	173	130	104	86.6	65	52	300	150	100	75	60	50	37.5	30
四路△接	692	346	231	173	139	115	86.6	69.3	400	200	133	100	80	66.7	50	40
五路△接	865	433	287	217	173	144	108	86.6	500	250	167	125	100	83.3	62.5	50
六路△接	1038	520	346	260	208	173	130	104	600	300	200	150	120	100	75	60
八路△接	1384	693	462	346	277	231	173	139	800	400	267	200	160	133	100	80
十路△接	1731	866	577	433	346	289	217	173	1000	500	333	250	200	167	125	100

若改压前的额定电压为 U_1，改压后的额定电压为 U_2，则改压前后的电压百分比为

$$u\% = U_1/U_2 \times 100\%。 \tag{5-5}$$

查表时先按原来电动机绕组的接法，在这一栏中有一个数与利用上式求得的 u 一致或近似，则此时的接法即为改压后的接法要求相同。

例如有一台 1140V 一路 Y 形接法的三相异步电动机，欲改在 380V 电源电压上使用，应如何改变原来的绕组接法？

首先求出改接前后的电压比

$$u\% = \frac{U_1}{U_2} \times 100\% = \frac{380}{1140} \times 100\% = 33.3\%。$$

查表 5-2 原接法一路 Y 接一栏，第三列中的电压比为 33.3，与求得的结果相同，该列表示绕组应接成三路 Y。如果该电动机的绕组可以接成三路并联(如电动机为 6 极或 12 极)，则满足了改压的要求。

必须指出，采取改变接法进行改压计算，必须满足以下条件：

(1) 改接前后的电压百分比 $u\%$ 必须与表 5-2 中查得的数值相等或相近。

(2) 电动机的极数必须能被新的接法的并联路数整除。

(3) 并联路数中每一支路的线圈匝数必须相等。

上例中的电动机，如果是四极、八极，因不能被 3 整除，所以，不能用改变接法来达到改压的目的。

2. 改压重绕

如果不能用改变绕组的联接来实现改压，就应考虑绕组重绕。改压计算的新绕组要保持每极磁通不变，可采用比例法进行计算，求出新绕组的匝数及线规。

采用比例法计算新绕组的每相串联导体数 W_2，可按下式计算：

$$W_2 = W_1 \frac{U_2}{U_1} \frac{a_2}{a_1}, \tag{5-6}$$

式中：U_1、U_2 为电动机原电压及改变后的电压；a_1、a_2 为旧绕组及新绕组的并联路数；W_1 为电动机原来的每相串联导体数。

同理，新绕组的每槽导体数为 N_{S2}，且

$$N_{S2} = N_{S1}\frac{U_2}{U_1}\frac{a_2}{a_1}, \tag{5-7}$$

式中：N_{S1} 为绕组原来每槽导体数。

新绕组导线的截面积为 S_2，且

$$S_2 = S_1\frac{U_1}{U_2}\frac{N_1}{N_2}。 \tag{5-8}$$

式中：S_1 为原绕组导线截面积(mm^2)；N_1、N_2 为原绕组及新绕组导线并绕根数。

新绕组导线的直径为 d_2，且

$$d_2 = d_1\sqrt{\frac{U_1N_1}{U_2N_2}}。 \tag{5-9}$$

按上述方法进行改压计算的新绕组，其绕组型式、节距、接法和原来绕组相同，否则不能用上述公式。

例如有一台 4kW 四极 420V 三相异步电动机，每槽串联导体数为 34 根，线规为 ϕ1.25，一路 Y 形接法单层绕组，若改为 380V 一路 Y 形接法单层绕组，应如何改法？

由于接法和并联路数均不变，本题只要简单求出新绕组的每槽导体数和线规。具体计算为

$N_{S2}=N_{S1}\cdot\frac{U_2}{U_1}=34\times\frac{380}{420}=31$（根），若并绕根数不变，则

$$d_2=d_1\sqrt{\frac{U_1}{U_2}}=1.25\times\sqrt{\frac{420}{380}}=1.31\ (\text{mm}),$$

取 $d_2=\phi$1.3，其他数据不变。

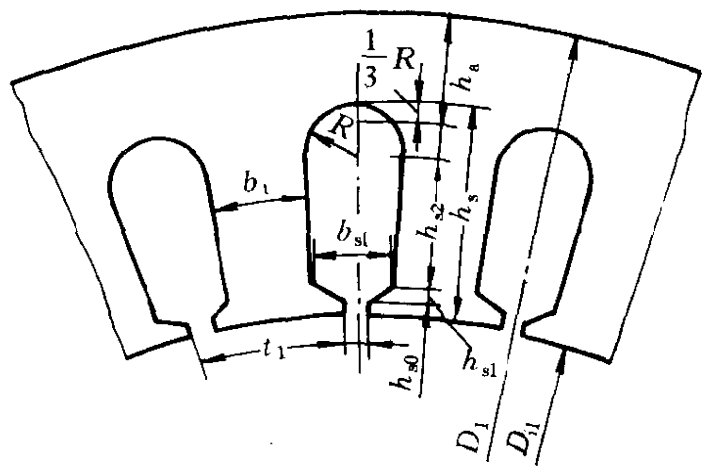
第三节　三相异步电动机空壳重绕的简易计算

旧电动机在修理中，有时由于失去铭牌和缺乏技术数据，需要

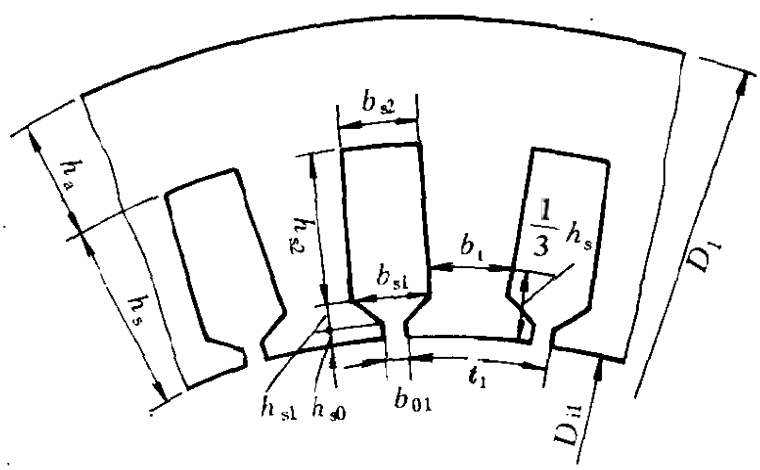
进行重绕计算。因为 60 年代以后生产的 J_2、JO_2 电机，以及近期生产的 Y 系列电动机，一般都有技术数据可以查阅。因此本节介绍的方法主要是针对早期生产的旧电动机，且适用于三相 50Hz，容量在 100kW 以下的低压散嵌绕组。计算步骤如下：

1. 测量定子铁心各部分尺寸

定子铁心各部分尺寸如图 5-1 所示。它们是定子铁心外径 D_1；定子铁心内径 D_{i1}；定子铁心长度 l；定子槽数 Z_1 以及槽形尺寸。测量要尽量准确，尤其是槽内尺寸。



(a)



(b)

图 5-1　定子铁心槽形尺寸

(a) 半开口梨形槽；(b) 半开口梯形槽(平底槽)

2. 估计电动机极数

电动机的极数可按下式估计：

$$2p = (0.35 \sim 0.40)\frac{Z_1 b_t}{h_a}, \qquad (5\text{-}10)$$

式中：$2p$ 为极数；b_t 定子齿宽，对于不平行齿可离最狭处 1/3 槽高的地方测量(cm)；h_a 为定子轭高(cm)。

根据计算结果取相近的偶数为极数。一般是 h_a 越大，极数越小，槽数越多，极数越多。

3. 计算每极磁通 Φ

$$\Phi = 0.637\tau l B_\delta \quad (\text{Wb}), \qquad (5\text{-}11)$$

式中：τ 为极距，$\tau = \frac{\pi D_{i1}}{2p}$ (cm)；B_δ 为气隙磁通密度(T)，可按表 5-3 和表 5-4 综合选取。

表 5-3　中小型三相异步电动机气隙磁通密度 B_δ(T)

极数	2	4	6	8
封闭式	0.55～0.65	0.67～0.8	0.7～0.8	0.67～0.8
开启式	0.65～0.75	0.7～0.85	0.75～0.85	0.7～0.85

注：1. 凡是防护式(包括防滴式、防溅式)电动机都可查用开启式的数据；

2. 本表适用于系列产品的异步电动机。

表 5-4　中小型三相异步电动机磁通密度

磁通密度	符号	单位	定子铁心外径(mm)		
			150～250	200～350	350～750
气　隙	B_δ	T	0.6～0.85	0.7～0.9	0.7～0.9
定子轭	B_a	T	1.1～1.5	1.2～1.5	1.3～1.5
定子齿	B_t	T	1.3～1.7	1.4～1.75	1.5～1.8

气隙磁通密度的选取，直接影响到每相匝数的多少，以及电动机性能的好坏，是计算的关键参数之一。若选取过高，每相匝数虽可减少，但增加了硅钢片的饱和程度，使空载电流和铁损耗增大，降低电动机的功率因数和效率；若选取过低，每相匝数增加，不仅

增加了用铜量，而且降低了电动机饱和程度，使运行的稳定性降低。在实际选择时，还应根据铁心的质量选择，如硅钢片质量较好，压装较整齐，B_δ 可取大些，反之应取得小些。另外，B_δ 与电动机容量有关，容量小可取较小值；容量大则取较大值。

4. 验算定子轭部磁通密度 B_a

$$B_a = \frac{\Phi}{h_a l K_{Fe}} \quad (T), \tag{5-12}$$

式中：K_{Fe} 为铁心压装系数，矽钢片涂漆的铁心取 0.92，不涂漆的取 0.95；h_a 是定子轭高，可直接从铁心测得，也可以按下式计算（参阅图 5-1）。

圆底槽

$$h_a = \frac{D_1 - D_{i1}}{2} - h_s + \frac{1}{3}R; \tag{5-13}$$

平底槽

$$h_a = \frac{D_1 - D_{i1}}{2} - h_s。 \tag{5-14}$$

计算所得的 B_a 值，应在表 5-4 及表 5-5 的范围内。如果计算值与表内控制值相差较大，说明极数与 B_δ 选得不正确。当 B_a 值相差偏大时，应在原定的极数上增加极数再计算。B_a 值相差偏小时，则减少极数再试。如果极数已被确定无疑时，则应重选 B_δ。总之要选到符合要求为止。

表 5-5　中小型电动机定子轭部磁通密度 B_a(T)

极数	2	4	6	8
封闭式	1.25～1.4	1.35～1.45	1.3～1.4	1.1～1.35
开启式	1.4～1.55	1.35～1.5	1.3～1.5	1.1～1.45

5. 验算定子齿部磁通密度 B_t

$$B_t = \frac{B_\delta t_1}{b_t K_{Fe}}, \tag{5-15}$$

式中：t_1 为定子齿距(cm)，且 $t_1=\dfrac{\pi D_{i1}}{Z_1}$。

计算所得的 B_t 值应符合表 5-4 及表 5-6 所列范围内。如 B_a 过大，则应减少 B_δ 值，反之则应增加 B_δ 值，直至合适为止。

表 5-6　中小型电动机定子齿部磁通密度 B_t(T)

极数	2	4	6	8
封闭式	1.4～1.55	1.45～1.6	1.45～1.55	1.45～1.55
开启式	1.55～1.7	1.47～1.67	1.5～1.65	1.5～1.65

B_a、B_t 都要经过反复核算，使之都符合表列要求，这时，最后选定电动机的极数和气隙磁通密度，所求得的磁通 Φ 即为电动机的工作磁通。

6. 确定定子绕组的各个参数

以下均按三相($m=3$)及 60°相带绕组计算。

(1) 每极每相槽数 q。

$$q=\frac{Z_1}{2pm}=\frac{Z_1}{6p}。\tag{5-16}$$

(2) 槽距角 α。

$$\alpha=\frac{2p\pi}{Z_1}=\frac{60°}{q}。\tag{5-17}$$

(3) 绕组基波分布系数 K_{d1}。

$$K_{d1}=\frac{\sin\dfrac{q\alpha}{2}}{q\sin\dfrac{\alpha}{2}}=\frac{0.5}{q\sin\dfrac{30°}{q}}。\tag{5-18}$$

K_{d1} 可以通过上式计算，也可根据不同的 q 值查表 5-7。

表 5-7　三相整距绕组分布系数 K_{d1}

q	2	3	4	5	6	7 及以上
三相 60°相带	0.966	0.960	0.958	0.957	0.956	0.956
三相 120°相带	0.836	0.832	0.830	0.829	0.828	0.828

(4) 绕组节距 Y_1。

$$Y_1 = \beta \cdot \frac{Z_1}{2p} \quad \text{(取整数,以槽数计)}, \tag{5-19}$$

式中:β 为矩距比,双层绕组 $\beta=0.8\sim0.9$,单层绕组 $\beta=1$。

(5) 绕组基波短距系数 K_{p1}。

$$K_{p1} = \sin(\beta \cdot 90°)。 \tag{5-20}$$

K_{p1}也可查表 5-8 得到。

表 5-8 短距系数 K_{p1}

跨距 Y_1	每极槽数												
	24	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
1～25	1.0												
1～24	0.988												
1～23	0.991												
1～22	0.981												
1～21	0.966												
1～20	0.947												
1～19	0.924	1.0											
1～18	0.897	0.996											
1～17	0.866	0.985	1.0										
1～16	0.831	0.966	0.995	1.0									
1～15	0.793	0.940	0.981	0.995	1.0								
1～14	0.752	0.906	0.957	0.978	0.994	1.0							
1～13	0.707	0.866	0.924	0.951	0.975	0.993	1.0						
1～12		0.819	0.882	0.914	0.944	0.971	0.991	1.0					
1～11		0.766	0.831	0.866	0.901	0.935	0.966	0.990	1.0				
1～10		0.707	0.773	0.809	0.847	0.885	0.924	0.959	0.988	1.0			
1～9			0.707	0.743	0.782	0.823	0.866	0.910	0.951	0.985	1.0		
1～8				0.669	0.707	0.749	0.793	0.841	0.891	0.940	0.981	1.0	
1～7						0.663	0.707	0.756	0.809	0.866	0.924	0.975	1.0
1～6								0.655	0.707	0.766	0.831	0.901	0.966
1～5										0.643	0.907	0.782	0.866
1～4												0.623	0.707

(6) 定子绕组每相串联匝数 $Z_{\varphi 1}$。

$$Z_{\varphi 1}=\frac{K_e U_\phi}{4.44 f K_{dp1}\Phi}\times 10^4, \tag{5-21}$$

当电源频率 $f=50\text{Hz}$ 时，

$$Z_{\varphi 1}=\frac{K_e U_\phi}{2.22 K_{dp1}\Phi}\times 10^2, \tag{5-22}$$

$$K_{dp1}=K_{d1}\cdot K_{p1},$$

式中：U_ϕ 为定子额定相电压(V)；K_e 为满载电动势与额定相电压的比值，一般取 0.85～0.95(功率大和极数少的取大值)。

(7) 每槽导体数 N_s。

$$N_s=\frac{2mZ_{\varphi 1}a}{Z}=\frac{6aZ_{\varphi 1}}{Z_1}, \tag{5-23}$$

式中：a 为并联支数，初步计算时，可先取 $a=1$，以后再根据具体情况调整。

N_s 要取整数，对双层绕组一般还要取偶数(并非绝对不可取奇数，但取奇数时，q 一定要是偶数)，因为双层绕组每只线圈的匝数为 $Z_1/2$。

(8) 计算槽面积 S_s。

槽面积的计算以圆底槽为例，如图 5-2，

$$S_s=\frac{2R+b_{s1}}{2}(h_s'-h)+\frac{\pi R^2}{2}, \tag{5-24}$$

其中槽膜厚 h，一般取 2～4mm(通常以 2.5mm 计算)。

(9) 计算槽有限面积 S_e。

$$S_e=S_s-S_i, \tag{5-25}$$

$S_i=C(2h_s'+\pi R+2R+b_{s1})$　双层绕组时。

$S_i=C(2h_s'+\pi R+b_{s1})$　单层绕组时。

式中：C 为槽绝缘厚度，按不同绝缘等级所选定的厚度参考表 4-6。

(10) 选择槽满率 S_f。为了充分利用槽内空间，需要先假定一个合理的槽满率，对散嵌绕组，其槽满率 S_f 一般选为 75%～78%，不能超过 80%，两极电动机不大于 75%，并据此计算出导线直径。

确定槽满率时，要考虑下列因素：

① 绕组型式。单层绕组槽满率比双层绕组的稍高些；

② 导线绝缘。玻璃丝包或纱包漆包线可比高强度漆包线的高些；

③ 槽形尺寸。梨形槽的可比梯形槽的高些；

④ 并绕根数。并绕根数少的可比并绕根数高的高些；

⑤ 槽内情况。槽内铁心不整齐，各槽尺寸不一致，槽内残余绝缘清理不干净等，槽满率应选低些。

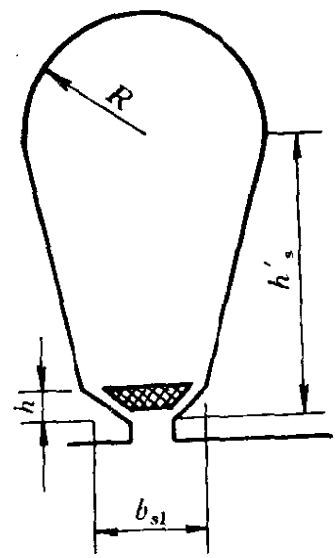


图 5-2　圆底槽尺寸

(11) 确定导线直径 d 及并绕根数 N_1。

$$d=\sqrt{\frac{S_f S_e}{N_1 Z_1}}。\tag{5-26}$$

在按此式计算时，可先定 $N_1=1$，算出导线直径 d（包含绝缘厚度），当算出的 d 在电工手册中查得到相近的规格时可直接选用，但单根导线的直径不宜大于 ϕ1.6mm。当计算得到的 d 较大时，可以选择几种并绕根数，算出相应的导线绝缘直径，然后求出去除绝缘厚度的计算直径，再在电工手册查出各相近的标准线径和导线截面积，再核算并绕根数。

当选定的并绕根数 N_1 过大时，绕、嵌线均不易，可适当增加绕组并绕支路数 a，以减少并绕的导线根数。

(12) 核算槽满率。当最后确定了导线的直径(带绝缘)d 和并绕根数 N_1 后，再重新校核一下槽满率，即

$$S_f=\frac{N_1 N_s d^2}{S_e}<80\%。\tag{5-27}$$

如 S_f 过高，可重新选择 d 及 N_1。

(13) 确定电动机额定工作时的相电流 I_ϕ。

$$I_\phi = \Delta_1' N_1 \cdot Sa, \tag{5-28}$$

式中：$N_1 \cdot S$ 为导线并绕根数和导线截面积的乘积(mm^2)；Δ_1' 为定子导线的电流密度(A/mm^2)，由绕组导线材料、电动机散热条件、转速、工作条件等因素决定，可查表 5-9。

表 5-9　中小型三相异步电动机电流密度 Δ_1(A/mm^2)

极数	型式					
	封闭式			防护式		
	<10kW	10～30kW	30～100kW	<10kW	10～30kW	30～100kW
2	5～6	4.5～5.5	3.45～4.5	5～6.5	5～6.5	5.5～6.2
4	5～6.5	4.5～6.0	3.5～5.0	5.5～6.5	5～6	5～6
6	5.5～7	4.5～6.0	4～5.1	5.5～6.5	5～6	5～6
8	5～6	4～5.5	4～5.5	5～6	5～6	5～5.5

注：功率大者取小值；功率小者取大值。

表 5-10　计算小型异步电动机线负荷 A(A/cm)

规格	定子铁心外径(mm)		
	150～250	200～350	350～370
线负荷	150～250	200～350	350～500

表 5-9 中数据适用于系列产品，一般功率小者取大值；功率大者取小值。对早期及非系列产品应酌情减低 10%～15%。

(14) 验算线负荷 A。

$$A = \frac{I_1 N_s Z_1}{\pi D_{i1} a}。 \tag{5-29}$$

计算的 A 值要符合表 5-10 的范围，如过大时，应当降低电流密度 Δ_1，并重新计算 I_ϕ 和 A 值。

(15) 确定电动机的额定容量 P。

$$P = 3U_\phi I_\phi \cos\varphi \cdot \eta \times 10^{-3} \quad (\text{kW}), \tag{5-30}$$

式中：$\cos\varphi$ 为电动机额定功率因数；η 为电动机额定效率；$\cos\varphi \cdot \eta$ 可参考表 5-11。

表 5-11　中小型三相异步电动机效率和功率因数

功率	2 极		4 极		6 极		8 极	
	η(%)	$\cos\varphi$	η(%)	$\cos\varphi$	η(%)	$\cos\varphi$	η(%)	$\cos\varphi$
<10kW	76～86	0.85～0.88	74～86	0.76～0.86	70～85	0.68～0.80	68～85	0.65～0.77
10～30kW	87～89	0.88～0.90	86～89	0.87～0.88	86～89	0.81～0.85	86～88	0.78～0.81
30～100kW	90～92	0.91～0.92	90～92	0.88～0.90	90～92	0.86～0.90	89～91	0.82～0.84

例　有一台封闭型鼠笼式三相异步电动机，无铭牌及定子绕组，试进行重绕计算。

测得定子铁心数据如下：

定子铁心外径 $D_1 = 430\text{mm}$；

定子铁心内径 $D_{i1} = 300\text{mm}$；

定子铁心长度 $l = 170\text{mm}$；

定子槽数 $Z_1 = 54$；气隙 $\delta = 0.6\text{mm}$；

定子槽形尺寸如图 5-1(b)所示：$b_{s1} = 8\text{mm}$，$b_{s2} = 11\text{mm}$，$h_{s0} = 1\text{mm}$，$h_{s2} = 28\text{mm}$，$h_s = 30.5\text{mm}$，$b_{01} = 3.5\text{mm}$，$b_{t1} = 9.8\text{mm}$，电源为 380V，50Hz；采用 Y 形接法。

解　绕组重绕计算如下：

(1) 估计电动机极数。计算定子铁心轭高为

$$h_a = \frac{D_1 - D_{i1}}{2} - h_s = \frac{430 - 300}{2} - 30.5 = 34.5 \ (\text{mm}),$$

估计极数

$$2p = (0.35 \sim 0.4)\frac{Z_1 b_{t1}}{h_a} = (0.35 \sim 0.4)\frac{54 \times 9.8}{34.5}$$

$$\approx 5.37 \sim 6.14,$$

取相近的偶数，即

$$2p=6。$$

(2) 选择气隙磁通密度。按表 5-3，封闭型 6 极，选 $B_\delta=0.75\text{T}$。

(3) 验算定子齿磁通密度。

定子齿距为

$t_1=\dfrac{\pi D_{i1}}{Z_1}=\dfrac{\pi\cdot 300}{54}=17.45\ (\text{mm})$，硅钢片涂漆取 $K_{Fe}=0.92$，故

$$B_t=\frac{B_\delta\cdot t_1}{b_t\cdot K_{Fe}}=\frac{0.75\times 17.45}{9.8\times 0.92}=1.452\ (\text{T})。$$

符合表 5-4 的规定。

(4) 验算定子轭部磁通密度 B_a。

$$B_a=\frac{\Phi}{2h_a l K_{Fe}}=\frac{0.637\tau l B_\delta}{2h_a l K_{Fe}}$$

$$=\frac{0.637B_\delta}{2h_a K_{Fe}}\cdot\frac{\pi D_{i1}}{2p}=\frac{0.637\times 0.75}{2\times 34.5\times 0.92}\times\frac{300\pi}{6}=1.2\ (\text{T})。$$

符合表 5-4 规定。

(5) 确定每相串联导体数。

取压降系数 $K_e=0.93$，

计算每相每极槽数为

$$q=\frac{Z_1}{2pm}=\frac{54}{6\times 3}=3。$$

绕组型式选择双层，矩距比 β 取 0.8，所以节距 y 为

$$y=\beta\frac{Z_1}{2p}=0.8\times\frac{54}{6}=7.2\approx 7，$$

故取节距 1～8。

绕组系数查表 5-7 及表 5-8，

$K_{dp1}=K_{d1}\cdot K_{p1}=0.96\times 0.84=0.9024$。

因此，每相串联导体数为

$$Z_{\varphi 1}=\frac{K_e\cdot U_\phi\times 10^2}{2.22\cdot K_{dp1}\Phi}$$

$$=\frac{0.93\times220}{2.22\times0.902}\times\frac{6\times10^2}{0.637\times17\times0.75\times\pi\times30}=79。$$

(6) 确定每槽串联导体数 N_s。

取并联支路数 $a=3$，

$$N_s=\frac{6aZ_{\varphi1}}{Z_1}=\frac{6\times3\times79}{54}=26,$$

每个线圈匝数为 $N_s/2=13$。

因此，实际每相串联导体数为

$$Z_{\varphi1}=\frac{N_s}{2}\cdot\frac{Z_1}{ma}=13\times\frac{54}{3\times3}=78\ (匝)。$$

(7) 计算绕组导体的直径。

槽的有效面积 S_e(取 $C=0.4$)为

$$S_e=S_s-S_i=\frac{b_{s1}+b_{s2}}{2}\cdot h_{s2}-C(2h_s+b_{s2}\times2+b_{s1})$$

$$=\frac{8+11}{2}\times28-0.4(30.5\times2+11\times2+8)=215.4\ (mm^2),$$

选槽满率 $S_f=0.75$，导线并绕根数 $N_1=3$，导线直径(含绝缘厚度)为

$$d'=\sqrt{\frac{S_e}{N_1Z_1}}=\sqrt{\frac{0.75\times215.4}{3\times26}}=1.44\ (mm),$$

取 $d=1.35mm$。

(8) 计算电动机输出功率。

电流密度 Δ_1 选为 $5A/mm^2$，

因此，相电流为

$$I_\varphi=\Delta_1\cdot S\cdot N_1\cdot a=5\times\frac{\pi\cdot1.35^2}{4}\times3\times3=65\ (A),$$

电动机的效率、功率因数按表 5-11 选择，取 $\eta=0.89$，$\cos\varphi=0.85$，有

$$P_2=3U_\phi I_\phi\eta\cdot\cos\varphi\times10^{-3}=3\times220\times65\times0.89\times0.85\times10^{-3}$$

$$=32\ (kW)。$$

第四节　三相异步电动机的改极计算

极数不同，要求其磁路尺寸亦不同，在改变电动机极数时，其原来的磁路尺寸已不适应新极数的要求。如果不注意其相互关系，改制后的电动机性能可能很差，甚至不能使用。

1. 电动机改极必须考虑的问题

(1) 定、转子的槽配合。电动机在改极后，其定、转子槽数 Z_1 和 Z_2 应满足下列关系：

$Z_2 \neq Z_1 \pm p$，　　$Z_2 \neq Z_1 \pm p \pm 1$，

$Z_2 \neq Z_1 \pm 2p$，　　$Z_2 \neq Z_1 \pm 2p \pm 1$，

$Z_2 \neq \frac{1}{2} Z_1 \pm p$，　　$Z_2 \neq 2Z_1 \pm 2p$，

$Z_2 \neq Z_1 \pm 4p \pm 2$。

否则，电动机可能发生强烈振动和噪声，甚至不能起动和运转。

(2) 改极时必须考虑定子槽数能否适应新的极数对三相对称绕组之要求。例如原 24 槽的定子铁心做成 4 极，但不能改为 6 极。

(3) 改极后的容量能否满足使用要求。一般情况下，当低速改为高速时，电动机容量可适当增大一些。但由于定子轭部磁通密度的限制，齿部磁路未能充分利用，因此，电动机不能增加到原系列规定的递增容量数值。例如用 Y160M-6 的铁心改绕 4 极，改绕后的功率可比原 6 极的 7.5kW 大，但达不到 Y160M-4 的 11kW。当高速改为低速时，电动机的容量应予降低。由于受到齿部磁通密度的限制，轭部磁路未充分利用，因此，电动机容量将下降到按原系列规定的递减容量数值还要小一些。例如将 Y160M-4 的电动机改为 6 极，改绕后功率不仅比原 4 极的 11kW 要小，甚至比原系列中的 Y160M-6 的 7.5kW 还要小。

(4) 改极时不宜使改极前后的极数相差太多，尤其是从多极数改为少极数时。例如不宜将 4 极改为 2 极(因改制后定子轭的磁通密度将显著增加)，或将 4 极改为 10 极(因改制后电动机容量和

定子轭磁通密度将显著减少)。

(5) 提高电动机转速时,应考虑电动机轴承是否发热。由于转速增加,轴承损耗增加,轴承的磨损也增大,使用寿命降低。

(6) 增加转速时,要核算转子圆周速度是否满足要求。转子圆周速度

$$v_2 = \frac{\pi D_2 n}{60000} \quad (\text{m/s}), \tag{5-31}$$

式中:D_2 为转子外径(mm);n 为转速(r/min)。

笼型转子的 v_2 在 40～60m/s 范围内。

(7) 在减少极数重绕时,由于线圈跨距增大,线圈端部伸出铁心长度增大,要考虑此时绕组端部与端盖间的距离是否还能保证必要的绝缘距离。在低压电动机中,这段距离为 7～10mm。

(8) 转速降低时,由于通风冷却条件变坏,还要考虑改善电动机散热的问题、最好将风扇结构也做相应的改变。

2. 简单改极计算

对于 60 年代以后国内外生产的三相异步电动机,如果旧绕组齐全,不必再进行复杂的重绕计算,只须按表 5-12 所给出的计算公式进行简单的换算,便可得到重绕数据。

表 5-12 改极简易计算

极数变更	每相串联匝数	导线截面	功率
2 极改 4 极	$Z_{\varphi 4}=(1.4\sim1.5)\frac{a_4K_{dp2}}{a_2K_{dp4}}Z_{\varphi 2}$	$S_4=(0.75\sim0.8)\frac{a_2}{a_4}S_2$	$P_4=(0.55\sim0.6)P_2$
2 极改 6 极	$Z_{\varphi 6}=(1.82\sim2.1)\frac{a_6K_{dp2}}{a_2K_{dp6}}Z_{\varphi 2}$	$S_6=(0.6\sim0.64)\frac{a_2}{a_6}S_2$	$P_6=(0.39\sim0.42)P_2$
4 极改 2 极	$Z_{\varphi 2}=(0.7\sim0.75)\frac{a_2K_{dp4}}{a_4K_{dp2}}Z_{\varphi 4}$	$S_2=(1.2\sim1.27)\frac{a_4}{a_2}S_4$	$P_2=(1.3\sim1.4)P_4$
4 极改 6 极	$Z_{\varphi 6}=(1.3\sim1.4)\frac{a_6K_{dp4}}{a_4K_{dp6}}Z_{\varphi 4}$	$S_2=0.8\frac{a_4}{a_6}S_4$	$P_6=0.7P_4$
4 极改 8 极	$Z_{\varphi 8}=(1.63\sim1.82)\frac{a_8K_{dp4}}{a_4K_{dp8}}Z_{\varphi 4}$	$S_8=0.72\frac{a_4}{a_8}S_4$	$P_8=0.56P_4$
6 极改 4 极	$Z_{\varphi 4}=(0.75\sim0.85)\frac{a_4K_{dp6}}{a_6K_{dp4}}Z_{\varphi 6}$	$S_4=(1.15\sim1.20)\frac{a_6}{a_4}S_6$	$P_4=(1.25\sim1.30)P_6$

（续表）

极数变更	每相串联匝数	导线截面	功率
6 极改 8 极	$Z_{\varphi 8}=(1.25\sim1.30)\frac{a_8K_{dp6}}{a_6K_{dp8}}Z_{\varphi 6}$	$S_8=0.9\frac{a_6}{a_8}S_6$	$P_8=0.8P_6$
8 极改 4 极	$Z_{\varphi 4}=(0.6\sim0.81)\frac{a_4K_{dp8}}{a_8K_{dp4}}Z_{\varphi 8}$	$S_4=(1.26\sim1.38)S_8$	$P_4=(1.5\sim1.63)P_8$
8 极改 6 极	$Z_{\varphi 6}=(1.1\sim1.15)\frac{a_6K_{dp8}}{a_8K_{dp6}}Z_{\varphi 8}$	$S_6=(1.1\sim1.15)S_8$	$P_6=(1.2\sim1.25)P_8$

注：1. 表中 Z_φ 为每相串联匝数，S 为导线截面积，P 为电动机功率，a 为并联支路数，K_{dp} 为绕组系数，下角数字表示极数；

2. 匝数系数的选择，对铁心质量不好和近年产品取大值，反之取小值；

3. 导线截面系数的选择，早年产品取大值，近年产品取小值。

第六章　转子绕组的修理

第一节　鼠笼型转子绕组的故障修理

最常见的笼型转子是铸铝转子，铸铝转子最常见的故障是鼠笼断条。产生断条的原因主要是：

（1）铸铝工艺不当。主要有浇铸时铝温偏低，尤其是转子槽形狭窄，转子又较长，转子铁心在浇铝时预热不够；采用手工浇铝时不是一次浇完，两次浇铝时出现停顿，造成先后注入的铝液结合不好。其次是浇铝用的假轴由于长期使用磨损，与转子铁心的配合间隙过大而造成转子槽形弯曲。第三是铸铝前铁心压装过紧。铸铝后转子铁心涨开，使铝条承受不了过大的张力而拉断等。

（2）铸铝所用原料铝不纯，主要是熔铝炉内杂质较多，浇注时，使杂质混入铝液，在有夹杂的地方就容易形成断条。

（3）铸铝后转子降温过快，使转子根形狭窄，而端环截面较大的转子笼条与端环接合处内应力较大，也易使笼条与端环接合处出现裂纹。

笼型转子产生部分断条后，电动机虽仍能作空载运行，但一加负载，转速就会降下来，定子电流增加，且波动较大。

转子鼠笼条断裂的修理是较复杂的，必须详细检查，确定鼠笼断条后，再作修理打算。

一、笼型转子断条的修理

1. 端环开裂的补焊修理

铸铝转子端环开裂绝大部分在端环与导条结合处。修理时，一

般要用尖凿沿裂纹两边凿出坡口，然后用氩弧焊进行焊补。一般的小修理部可能没有氩弧焊设备，则可以用气焊来修补。一些小工场也可以用下述方法进行焊补（这些方法很实用），即先将锡（63%）、锌（33%）、铝（4%）混和后加热熔化，铸成直径 6～8mm 的焊条。补焊时将转子水平放置，补焊处朝上，补焊前先清除转子表面油垢，在裂纹两边凿出坡口，用喷灯加热端环至 400～500℃，并开始让熔化的焊剂注入裂缝中，直至填满裂缝。

转子冷却后，须将补焊后的锋口锉平打光。

铜条笼型转子的铜条和端环开裂采用银铜焊焊补，一般都采用气焊。

2. 鼠笼条断裂的修理

对于长度较短的铸铝转子，如遇鼠笼条断裂，可用钻头沿斜槽方向把有故障的笼条钻通，然后清理槽内残铝，插入截面相同的新铝条，再将其两端与端环焊接成整体，然后再进行必要的切削加工。

修理的难点在于截面相同的新铝条不易得到，且铝质较软，插入笼中不很容易，因此，除非万不得已，尽量避免采用这种方法。

对于直径较大且长度较长的铸铝转子，在查明断口位置后，在断口处用钻头垂直转子表面由槽口钻到故障处，使铝条露出金属光泽，然后采用氩弧焊焊补，或利用上述配方制成的焊条，由槽口向槽内注入熔化的焊液，一直到焊满为止。待冷却后去除多余的焊疤，刷上防锈清漆。由于焊补仅是整个转子表面上的一个极小局部而已，因此，虽然该局部铁心槽口面积扩大了，但对电动机运行不会带来很大影响。

3. 大电流铁粉法检查断口位置

采用大电流铁粉法可以寻找出导条断口的具体位置，将检查线路按图 6-1 接好，根据电动机的大小调节电压，使加在转子上的电流为 300～500A，在转子表面撒上铁粉，由于磁场作用，铁粉会自动地沿槽面均匀地排列成行，如果该转子有断条，则铁粉在断口

处的排列出现稀疏，甚至也出现断口的现象。

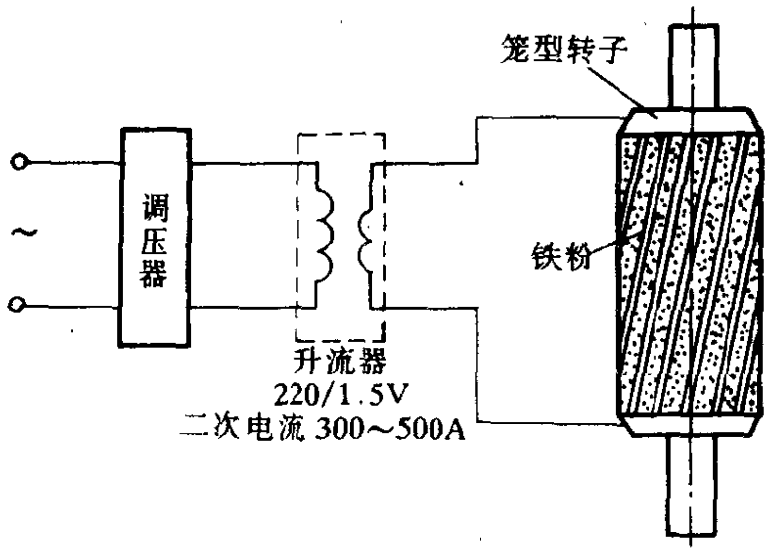


图 6-1　用大电流铁粉法检查转子断条

4.. 铸铝笼改铜笼

若铸铝转子笼条的断裂用上述方法已无法修复，如笼条已经有多根断裂，或端环严重损坏等，此时需拆除全部笼条。如果要重新浇铸，则需要一整套铸铝模及熔铝压铸等设备。这对修理单位来说，显然是极不经济的。为此，可以采用以铜笼结构替代铸铝结构的办法处理笼型转子的断条故障。为了改用铜笼，必须清除旧铝笼。清除旧铝笼常用两种方法，一种是加热转子使铝熔化；另一种是用烧碱溶液将铝笼熔掉。更多的修理工场是这两种办法兼而用之，即用加热法将极大部分铝熔掉，再将矽钢片浸入烧碱溶液中进一步清除矽钢片上的残铝。

采用加热熔铝办法，需将转子加热到 700℃左右。为避免加热过程中转轴受热弯曲，应先将转轴压出（转轴与铸铝转子是采用热套办法结合在一起的，由于转子与铸铝转子之间的过盈量较大，一般不易将轴压出，此时不能硬压，只能带轴加热），并用一假轴把铁心夹紧，以免铝液熔化后，转子铁心散开。在加热过程中，为使转子受热均匀，应经常转动转子。由于采用加热法时，加热温度较

高，会使铁心的导磁性能受到影响。同时，在熔铝过程中，铝液容易渗透到硅钢片间，而清理这些残渣很麻烦，也费时，加上有些转子轴本来就不易压出，因此，在实践中并不常用。

采用烧碱溶铝法，需先将转子两端的风叶、平衡柱、端环一并车去，再将转子连轴一起垂直浸入浓度为30%的工业烧碱溶液中（最好浸入到烧碱溶液50mm以下），然后将烧碱溶液加热到80～90℃，经3～5h后，铝条全部熔化掉。将转子吊出，用净水冲洗，再将转子放到浓度为0.25%的工业冰醋酸溶液内煮沸，以中和掉残碱；经15min后，吊出转子，再放到开水中煮1～2h。最后取出转子用净水冲洗干净并烘干。熔铝过程中采用的烧碱具有强烈的腐蚀性，操作时应穿戴防护衣裤，确保安全。

安装铜笼的铜条一般采用工业纯铜，其截面形状须随转子槽形而定。为加工方便，亦可做好简单圆形或矩形。铜条截面积约为槽面积的70%左右，导条在槽内应固定良好，不可松动。其上、下边应顶住槽肩和槽底，如图6-2所示。

铜条长度一般要比铁心长40～60mm（每边长出20～30mm）。装铜条时用木锤慢慢打入槽内，因以导条在槽内不松动为宜，过紧会使导条装入困难。

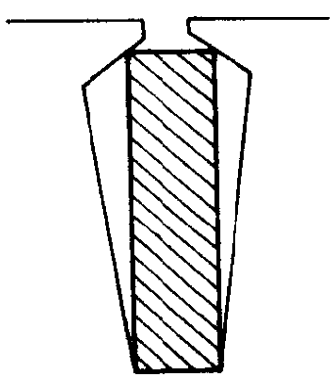


图6-2　紫铜条安装位置

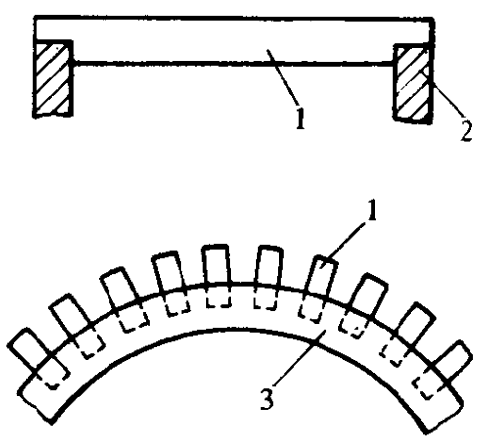


图6-3　端环与铜条焊接结构示意图
1—导条；2—端环截面；3—端环

铜条装入转子槽后，要把所有导条连接起来，一般可用两种方法。

最简单的方法（多用在小型电动机上）是把导条伸出铁心的部分向一边敲弯。使各槽的笼条相互搭接起来，略加整形，使其大致成为一圆柱形表面，然后用氧一乙炔火焰烧焊，用紫铜条助焊，使转子两端铜导条熔成整体，即成为端环。氧一乙炔烧焊时，局部温度很高，为防止铁心受热变形，要在圆周对称烧焊。焊好后，上车床加工，使端环尺寸符合要求。

另一种方法是在铜导条伸出部分的内圆处焊上紫铜环（铜环的截面积为原铝端环截面积的 70%）。各接点处用氧一乙炔烧焊，用银铜焊条或磷铜焊条助焊，如图 6-3 所示。采用此种结构，可增加电动机的冷却效果，伸出的铜条取代了铸铝转子上风叶片的作用。

第二节　绕线转子绕组的故障修理

绕线转子绕组的常见故障有短路、断路、接地等。其检查方法、修理方法与定子绕组相同。绝大部分转子绕组的修理都要拆去绕组端部的绑扎。因此，绕组故障修理完毕后，其端部需重新绑扎。绑扎是否牢靠也是衡量转子绕组修理质量的一个重要标志。

绕组端部的绑扎，现在都采用无纬玻璃丝带（已取代钢丝绑扎）。用无纬玻璃丝带绑扎，可减少绕组端部漏磁，改善电气性能；增加绕组的爬电距离，提高绝缘强度；并可取消绑带与绕组间的绝缘衬垫以及固定钢丝用的金属扣片等。用无纬玻璃丝带绑扎的工艺较为简单，但强度稍差，这是因为无纬玻璃丝带的延伸率及弹性模量均比钢丝低。另外，无纬玻璃丝带不易久贮。

在用无纬玻璃丝带绑扎时，无纬玻璃丝带的耐热绝缘等级应与绕组所用电磁线、绝缘材料的绝缘等级一致。常用的无纬玻璃丝带有聚酯无纬玻璃丝带（B 级），环氧无纬玻璃丝带（F 级）和聚胺

一酰亚胺无纬玻璃丝带(H级)。常用的无纬玻璃丝带的厚度为0.17mm,宽度为15或25mm。

用无纬玻璃丝带绑扎时,所需匝数可按下式计算:

$$W_2 = 0.89\frac{GD}{[\sigma_1]bh}\left(\frac{n_p}{10000}\right)^2, \tag{6-1}$$

式中:$[\sigma_1]$为无纬玻璃丝带许用应力,一般取150MPa;环氧型可取200MPa;h为无纬玻璃丝带厚度(cm);b为无纬玻璃丝带宽度(cm);G为转子重量(kg);D为转子直径(cm);n_p为飞逸转速(r/min),可取额定转速的1.2倍。

如原为钢丝绑扎,拆去原绑扎时测量一下钢丝直径d(mm)及匝数,改用无纬玻璃丝带绑扎时的匝数可按下式换算:

$$W_2 = \frac{[\sigma]\pi d^2}{4[\sigma_1]bh}W_1。 \tag{6-2}$$

当用厚0.17mm,宽25mm的无纬玻璃丝带时,上式可简化为

$$W_2 = kW_1, \tag{6-3}$$

式中:k为换算系数,见表6-1。

表6-1 换算系数

钢丝直径(mm)	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0
换算系数k	0.18	0.28	0.4	0.62	1.1

用无纬玻璃丝带绑扎的工艺过程是绕组整形、预热、绑扎、固化。绕组端部的整形要求是端部圆整,端部外沿略往外翘(不能做成橄榄形),以免绑扎带滑脱。预热是将转子绕组放置在80～100℃的预热炉中,一般需2h。如是大型电动机,加热时间要4h左右。然后,通过拉紧装置(拉力为300～400N,对0.17×25规格的无纬带而言),绑扎转子绕组端部,匝数按计算的结果执行。对小型电动机来说,可采取另一种方式进行绑扎。即转子不经预热,无纬玻璃丝带一面加热一面绕制的办法。当端部较长,需要绑两个以上箍时,应先绑好一个箍,再绑第二个箍。两个箍间避免来回交叉绑

扎，否则，纤维交割，影响绑扎的强度。绑扎后，连同转子绕组一起浸漆烘干并固化。

第三节　绕线转子集电环和电刷的修理

绕线转子绕组引接线接入到集电环，通过电刷和外电路连接。由于绕线转子采取内集电环结构型式，在集电环端，电刷粉尘散落到定转子绕组端部，造成较多的绕线型转子电动机故障。此外，集电环和电刷本身的故障也直接影响电动机的运行。

1. 转子集电环绝缘电阻低、短路和接地的原因与修理

造成转子集电环绝缘电阻低、短路及接地的原因大致有以下几种：

(1) 组装结构型集电环，装配的公差配合不紧密，绝缘件在受热后产生收缩变形，引起集电环松弛，环间发生位移，造成引接线绝缘磨损与相邻集电环产生短路事故。

(2) 压塑料结构型集电环，因制造时预热温度不够，纤维塑料流动性差，易将外端集电环引线铜条在环间的过渡部分挤压弯曲，使引线铜条绝缘损伤，并与相邻集电环相碰，形成隐患。这种隐患由于电动机运行时的振动而进一步劣变，最终引起短路。

(3) 电动机在长期运行过程中，维护清扫不够，电刷粉尘积附较厚。当集电环引线铜条绝缘有损伤裂痕或引线绝缘包缠不严密时，将引起集电环绝缘电阻低，容易产生接地或短路事故。

集电环发生短路、接地故障，一般均不易修复。修理时应更换同类型的集电环。经常清扫维护是延长电动机寿命，减少上述故障的措施之一。

2. 集电环和电刷间跳火，烧伤工作面的原因与修理

引起集电环和电刷间跳火的原因有：

(1) 电刷牌号不对；

(2) 电刷材质不佳，电刷过硬；

(3) 电动机过载；

(4) 电刷压力过紧或过松。

集电环和电刷间跳火故障的排除方法为：

(1) 选择规定型号及截面的碳刷；

(2) 对于电动机过载引起的跳火和烧伤集电环的故障，在将集电环面修复后，需把电动机的负载调整到额定值范围内，以避免再次引起相同故障发生；

(3) 电刷压力通过调节或更换压力弹簧，使其不致过紧或过松。

集电环面被跳火烧伤或被划伤后，集电环表面将变得凹凸不平，可以用车床车削平整，再用 0 号砂布打光。新换的电刷应先磨出一定弧面，再用 0 号砂布将电刷弧面压在集电环的环面上精修弧面，使电刷与集电环的接触面达到电刷截面的 75%以上。

第四节　转子修理后的校平衡

转子修理中，原先校准的平衡状态被破坏。如铝笼转子改为铜笼，绕线转子重嵌线后，转子的质量分布不平均。当转子转动时，会产生不平衡的离心力，使电动机产生振动和噪声。因此，必须对修理过的转子重校平衡。

转子校平衡的办法有动平衡、静平衡两种。在电动机制造厂中，转子都采用校动平衡。个别转动零件，如风扇，则一般先校静平衡，再装在转子上一起校动平衡。但对转速比较低的电动机，如 6 极、8 极电动机，其转子允许只校静平衡。

转子校动平衡，应根据被试转子重量和平衡精度要求，在适当的动平衡机上进行。

第七章　常用特种三相异步电动机的故障分析及修理

本章涉及的电动机都是三相异步电动机基本系列的派生系列电动机，其故障形式及修理方法与基本系列电动机类似。因此，本章仅对不同于基本系列电动机故障的修理作一些介绍。为便于该类电动机的修理，本章还将介绍一些电动机绕组的数据及主要性能数据。

第一节　三相变极多速异步电动机

三相变极多速异步电动机是利用改变电动机绕组极对数来获得多种转速的，即通过改变电动机旋转磁场的转速，从而达到调速的目的。此种电动机的调速特点是不平滑的跃变式调速，虽使用广泛，但仍有很大的局限性。

一、改变电动机绕组极对数的方法

改变电动机绕组极对数的方法，一般有以下三种：

（1）用改变定子绕组的接法来实现其极对数的变更。该法一般用于倍极比（2∶1）和非倍极比但速比较小的双式或三速电动机；

（2）通过在定子槽内嵌两套不同极对数的独立绕组来实现。该法常用于非倍极比式即使是倍极比但速比较大的双速电动机；

（3）在定子槽内嵌有两套不同极对数的独立绕组，且每套绕组又可以有不同的联接。该法常用于三速或四速电动机。

二、单绕组多速异步电动机的变极原理及方法

1. 单绕组多速异步电动机变极原理

单绕组多速异步电动机极对数的改变是通过改变相绕组中部分线圈的电流方向来实现的，图 7-1 是倍极比为 2∶1 的双速电动机的变极原理图。

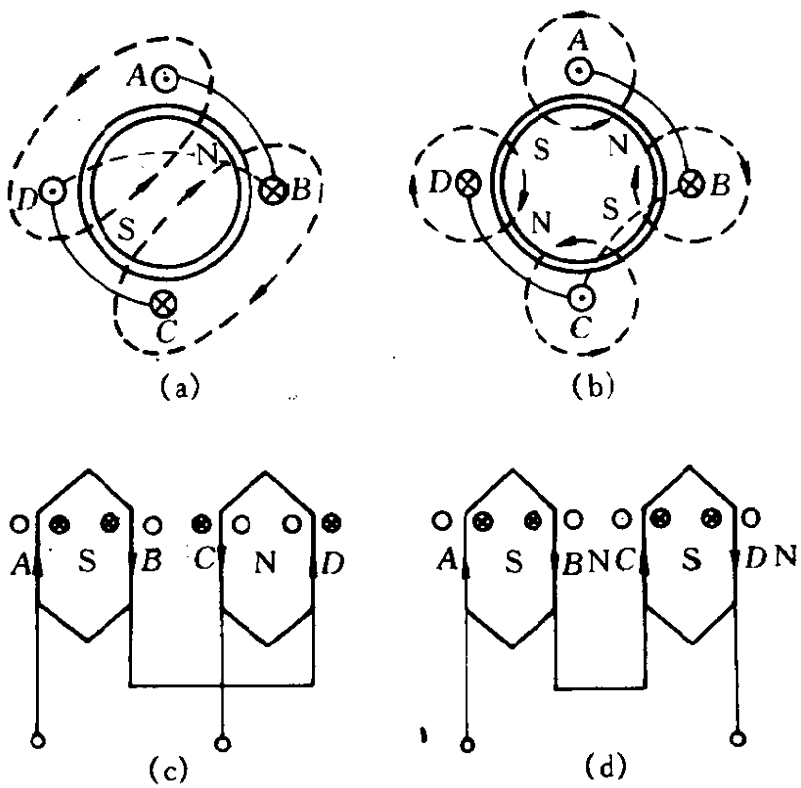


图 7-1　倍极比(2∶1)变极原理图

(a)、(b) 表示转子上的极性；(c)、(d) 表示定子极性正好相反

图 7-1(a) 与图 7-1(b)仅仅改变了线圈 A_2X_2 的电流方向，图 7-1(a)中产生了四极的磁场，图 7-1(b)中则变成两极。

2. 单绕组多速异步电动机的变极方法

(1) 反向法。即变更每相绕组中一半线圈的电流方向，从而获得另一种极数。

(2) 换相法。除了改变一半线圈的电流方向外，需同时改变一半线圈的相号，从而获得另一种极数。

(3) 变节距法。用两种不同的节距构成一套绕组，且当相绕组中一半线圈的电流反向时，即由一种极数变到了另一种极数。

上述三种方法中，以反向法最为简单，因此，采用反向法在变极多速电动机中最为常见，换相法变极具有不同极数下绕组分布系数高、谐波小及起动转矩高的优点，但也有引出线多、控制不便的缺点，故没有反向法用得广泛。本节将着重讨论反向法。

三、三相单绕组多速电动机绕组方案

本节对三相变极多速电动机的修理，尤其是将一只单速三相异步电动机改制为单绕组变极多速电动机更为重要。根据电动机输出特性的不同要求，同一倍极比的单绕组变极多速电动机可以采用不同的绕组方案。因此，在修理或改制时，要对绕组方案进行合理的选择。下述各种方案绝大多数取自上海电器科学研究所《单绕组多速电动机专辑》，并在多速电动机的实际设计中得到了广泛的应用。对三速电动机，在 YD 三相变极多速异步电动机的设计中已经改用两套独立绕组。但本节仍将介绍单绕组三速电动机的绕组方案。因为考虑到 JDO_2 三相变极多速异步电动机的设计曾经采取过这种方案，在实际使用中仍有价值。

1. 2/4(以定子 24 槽为例，定子 36 槽、48 槽也相仿，仅是每极相组的线圈从 4 只变成 6 只、8 只而已)

本方案中，两极为基本极，60°相带，用庶极接法获得四极，两个极数的转向相反。节距为 1—7(定子 36 槽为 1—10、48 槽时为 1—13)。联接方法为 2Y/△、2Y/Y、2Y/2Y，见图 7-2 至图 7-4。

2. 4/8 极(以定子 36 槽为例，定子 48 槽、72 槽时每极相组的线圈从 3 只变为 4 只、6 只)

本方案中，四极为基本极，60°相带，用庶极法获得八极，两个极数的转向相反。节距为 1—6(亦可为 1—5，定子 48 槽时为 1—7 或 1—8，定子 72 槽时为 1—10 或 1—11)。联接方法为 2Y/△、2Y/Y、2Y/2Y，见图 7-5 至图 7-7。

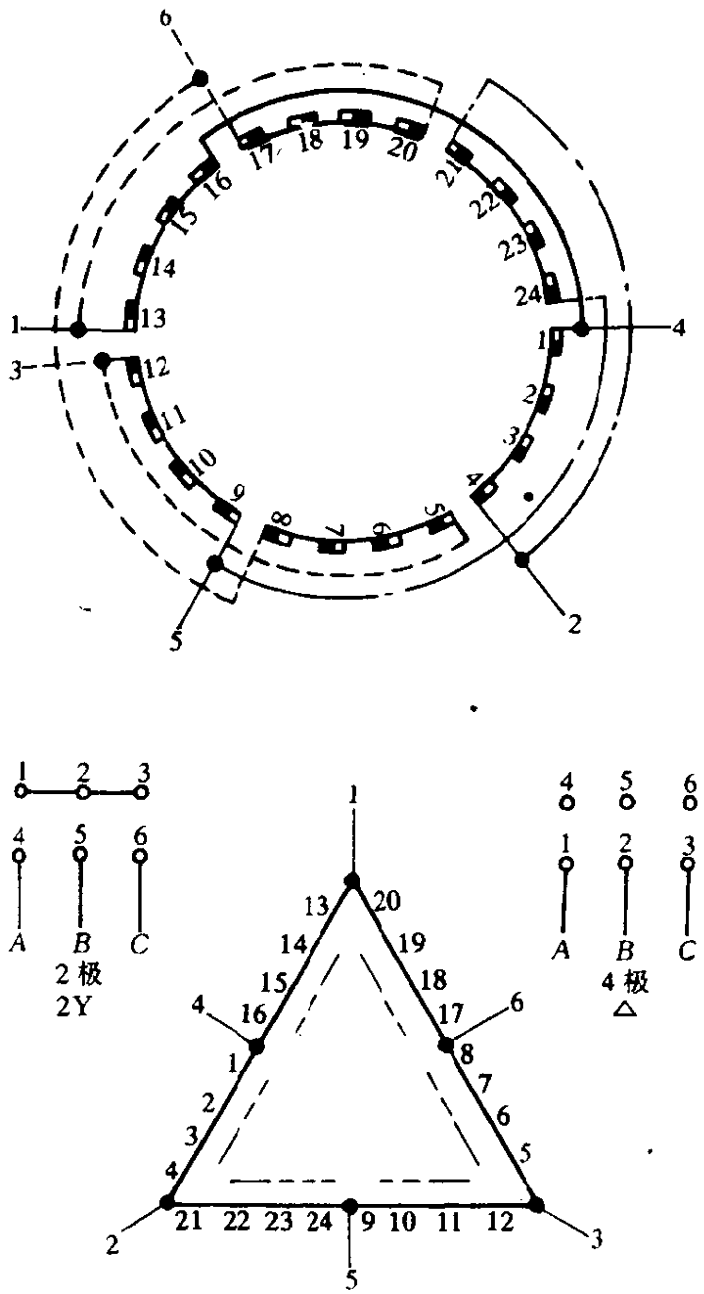


图 7-2　2/4 极 2Y/△ 接线图

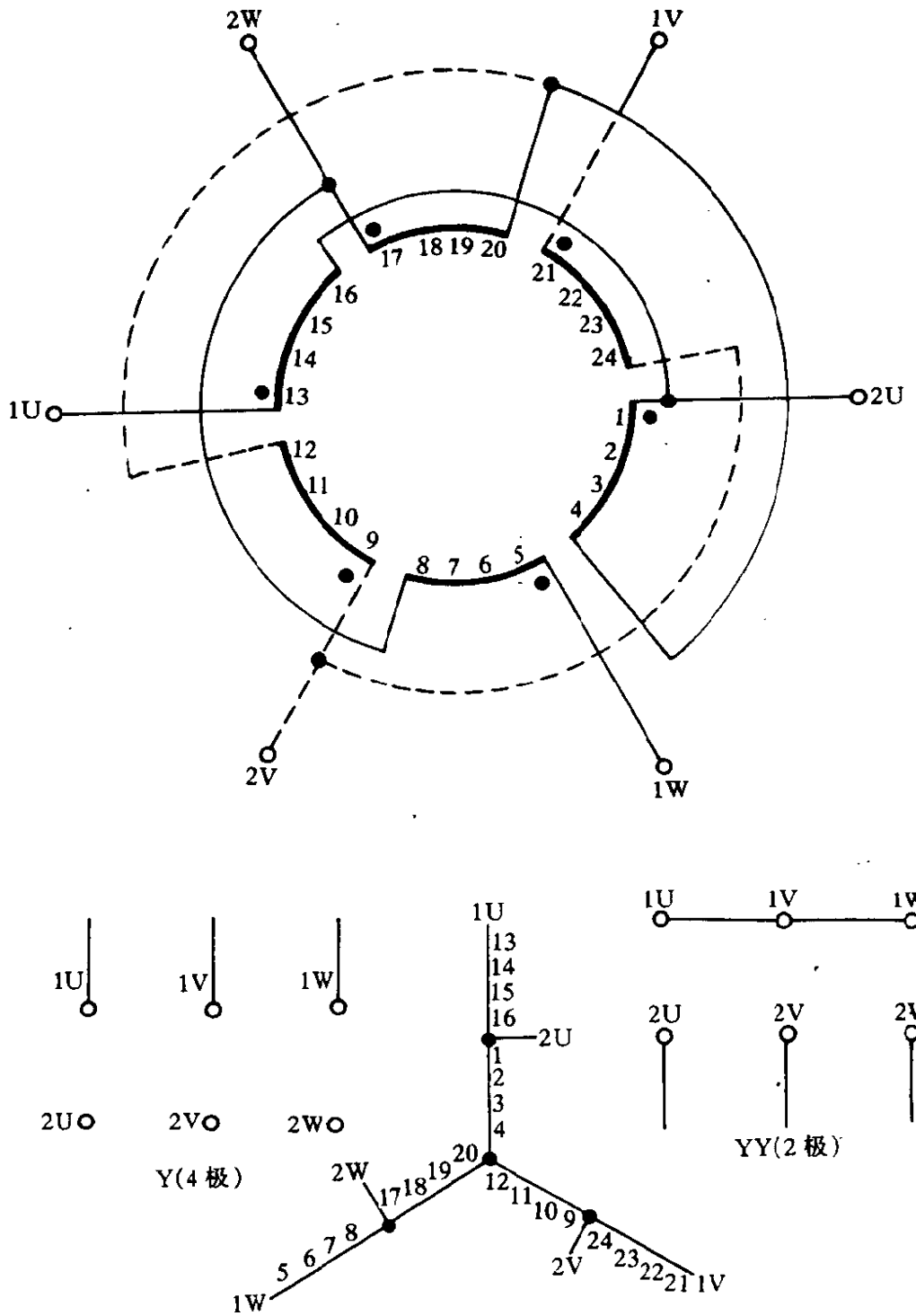


图 7-3　4/2 极 Y/2Y 接线图

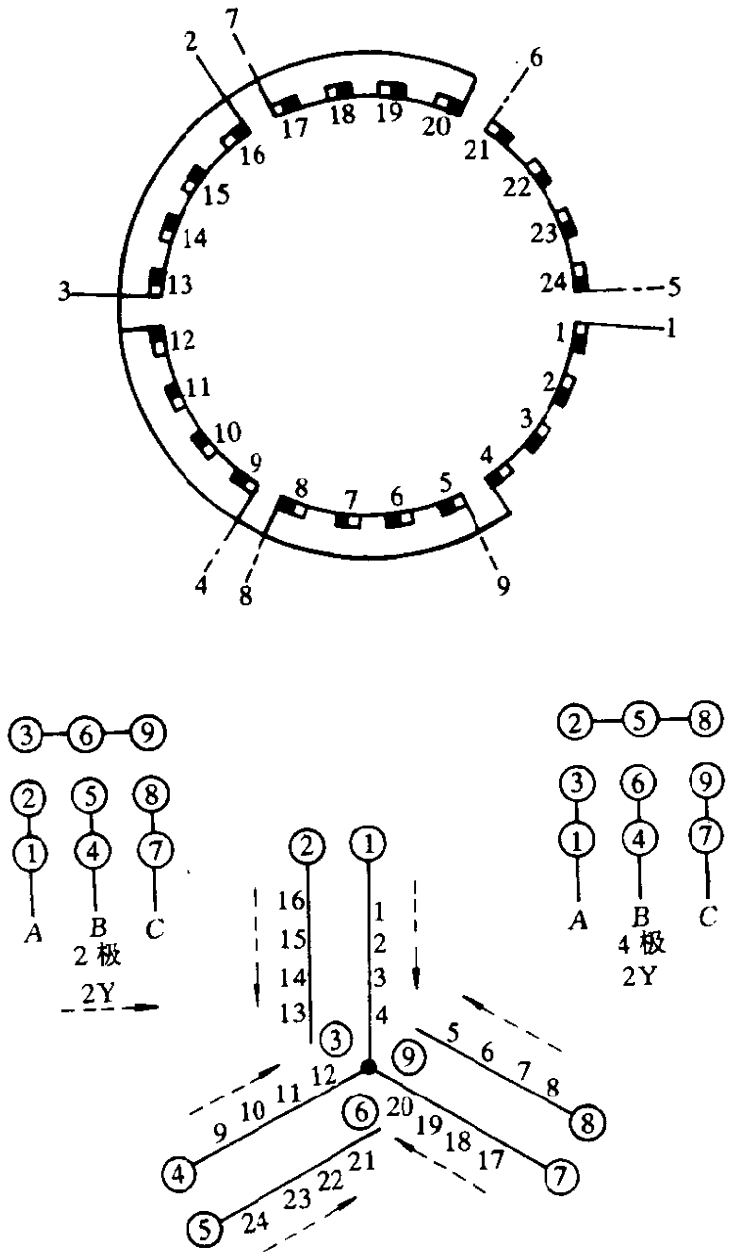


图 7-4　2/4 极 2Y/2Y 接线图

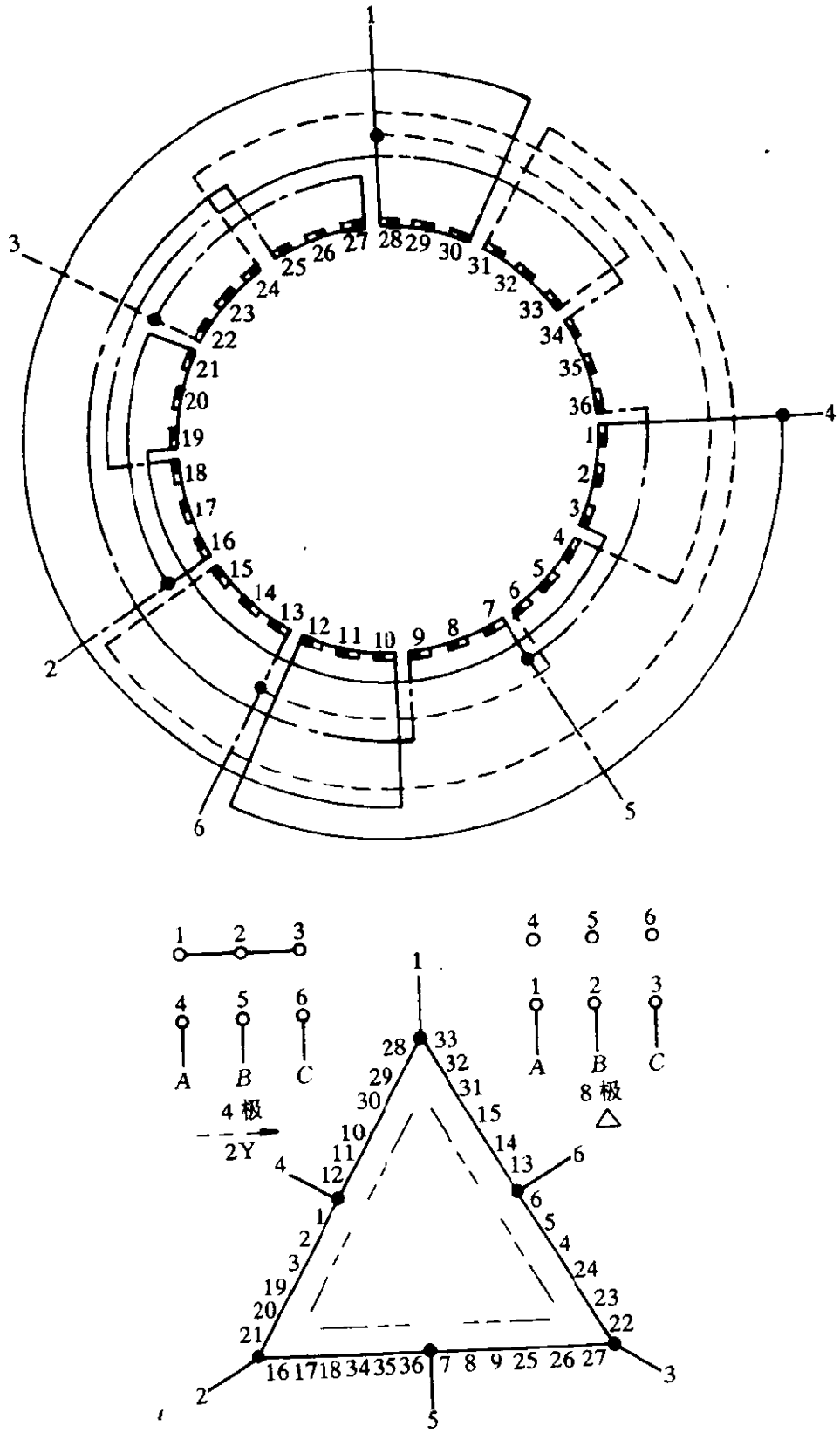


图 7-5　4/8 极 2Y/△ 接线图

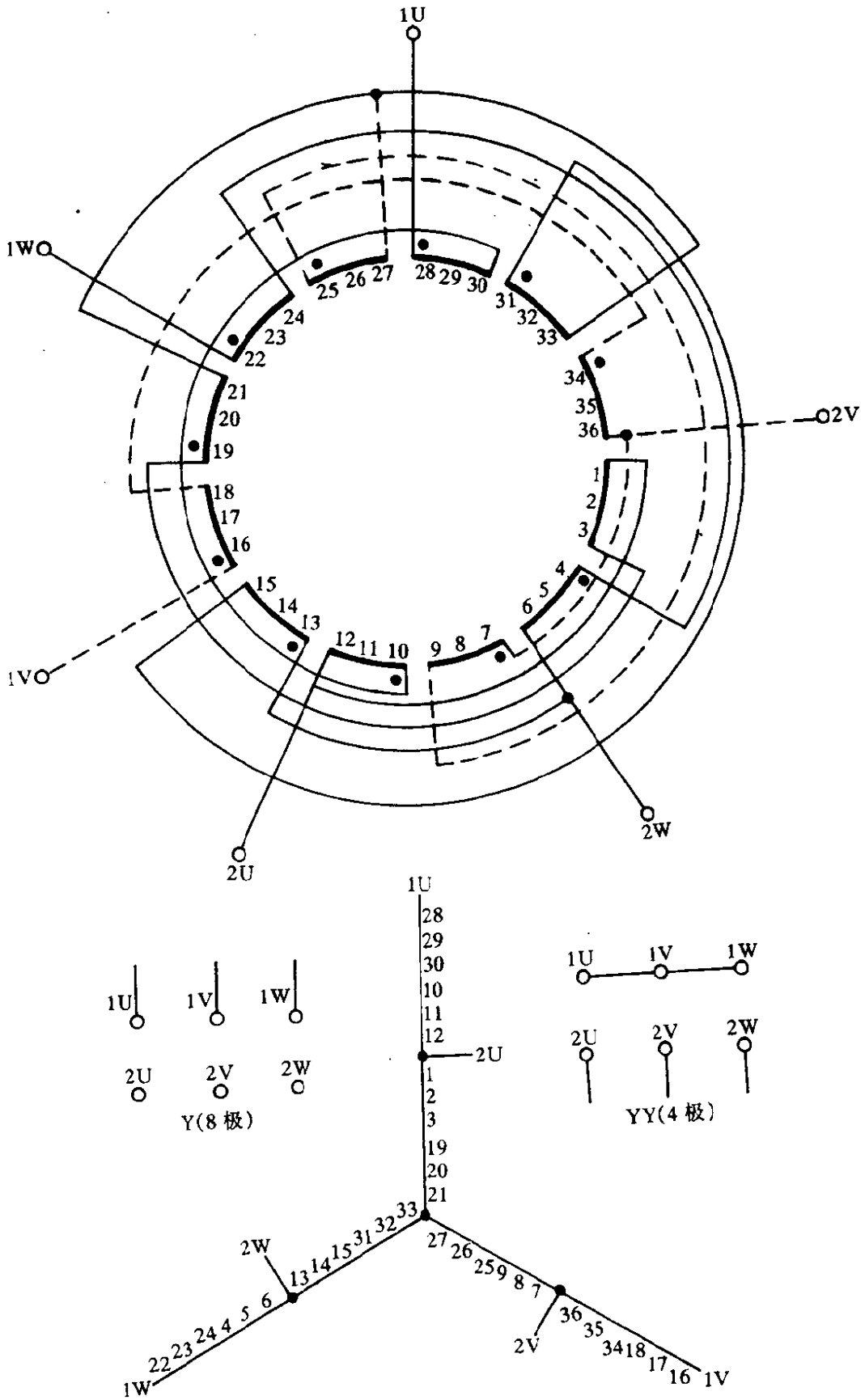


图 7-6　8/4 极 Y/2Y 接线图

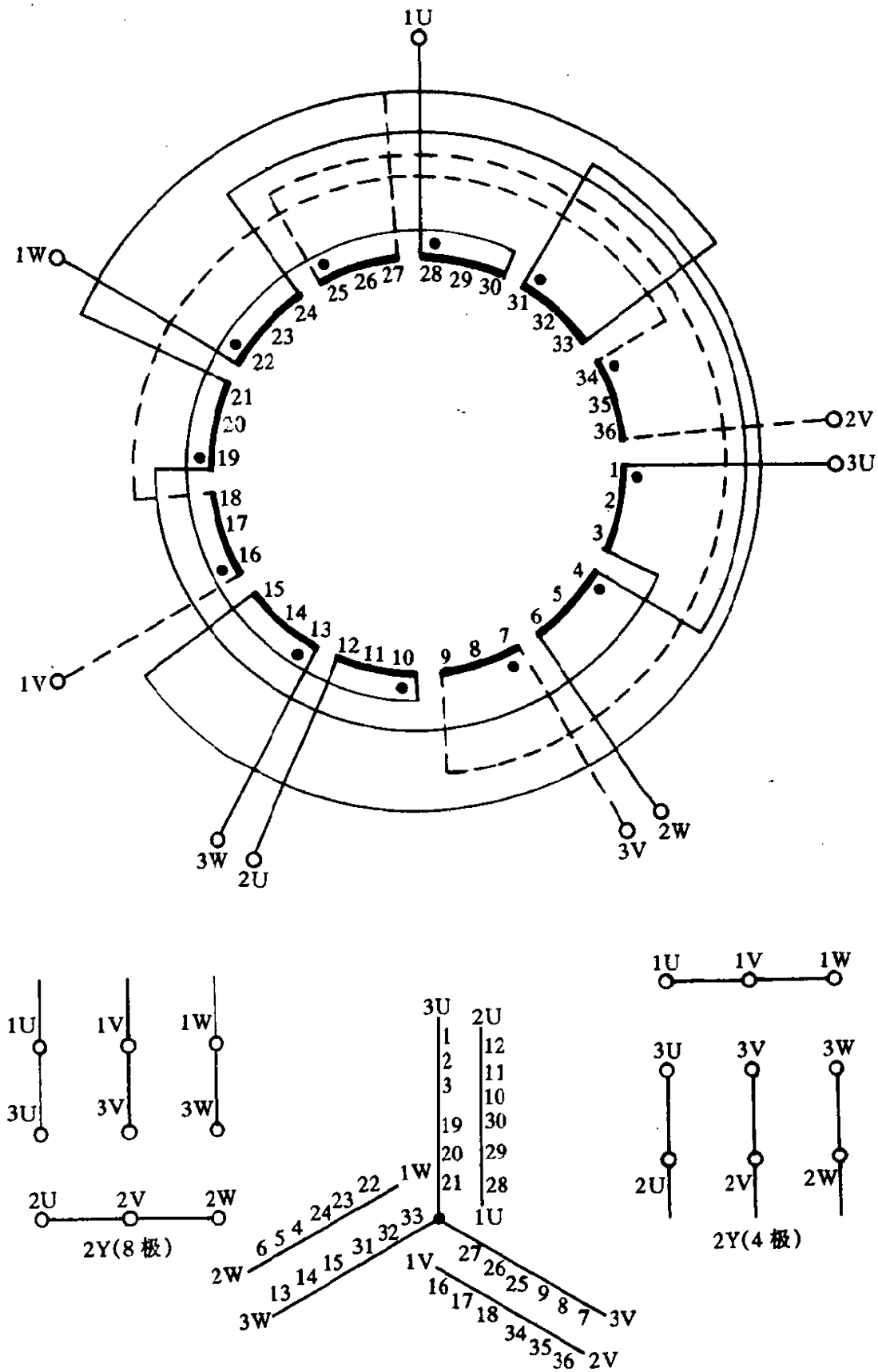


图 7-7　4/8 极 2Y/2Y 接线图

3. 4/6 极(以定子 36 槽为例)

单绕组的 4/6 极多速电动机对定子槽数限制较严,在 YD 系列中多为 36 槽或 72 槽。本方案为不规则分布,四极与六极的转向相反。当定子为 36 槽时,节距以 1—7 为宜。常用联接方法为 2Y/△、2Y/Y。线圈排列为 3、3、3、3、2、1、1、2、3、3、3、3、2、1、1、2;亦可排列为 4、4、4、1、2、2、1、4、4、4、1、2、2、1。图 7-8 和图 7-9 时,线圈排列为 3、3、3、3、2、1、1、2……。

图 7-10 和图 7-11 时,线圈排列为 4、4、4、1、2、2、1……

4. 6/8 极(以定子 36 槽为例)

单绕组的 6/8 极多速电动机对定子槽数同样限制较严,6/8 极的绕组方案较多,下面将择要述之。

(1) 八极为正规分数槽绕组,反向得六极,两个极数的转向相同,节距 1—6 或 1—7,2Y/△或 2Y—Y 联接。

(2) 本方案与上一个方案类似,但线圈排列次序稍作改变,见图 7-14 和图 7-15。

(3) 本方案为不规则分布同转向方案,两个极数均有较高的绕组系数,适用于要求两个极数功率接近的场合,节距 1—6,2Y/△联接,见图 7-16。

(4) 本方案六极为正规 60°相带绕组,反向得八极,两个极数转向相同。该方案适用定子 54 槽,节距 1—7。联接方式为 2Y/△或 2Y/2Y。

5. 2/4/6 极(定子 36 槽)

本方案系用换相法变极,二、四极用△接法,六极为 3Y 接法,三个极数的转向相同。节距为 1—7,引出线为 13 根。

6. 2/4/8 极(定子 36 槽)

(1) 方案 1。本方案二、四极用换相法变极,八极则在四极基础上采用庶极法获得。二、四极转向相同,八极转速与二、四极相反。节距 1—7,联接方式为 2△/2△/2Y,引接线 12 根。

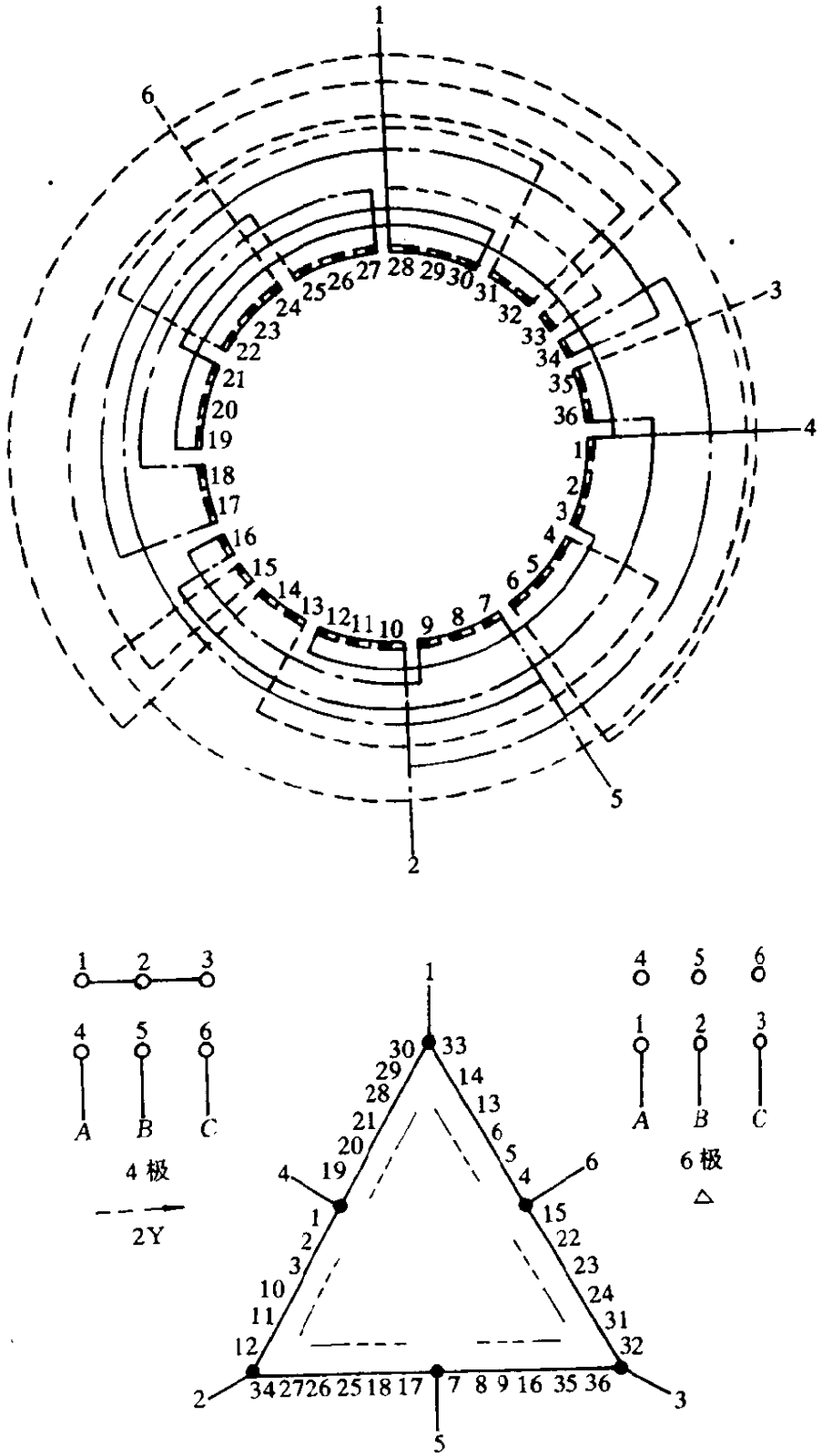


图 7-8　4/6 极(3、3、3、3、2、1、1、2 排列) 2Y/△接线图

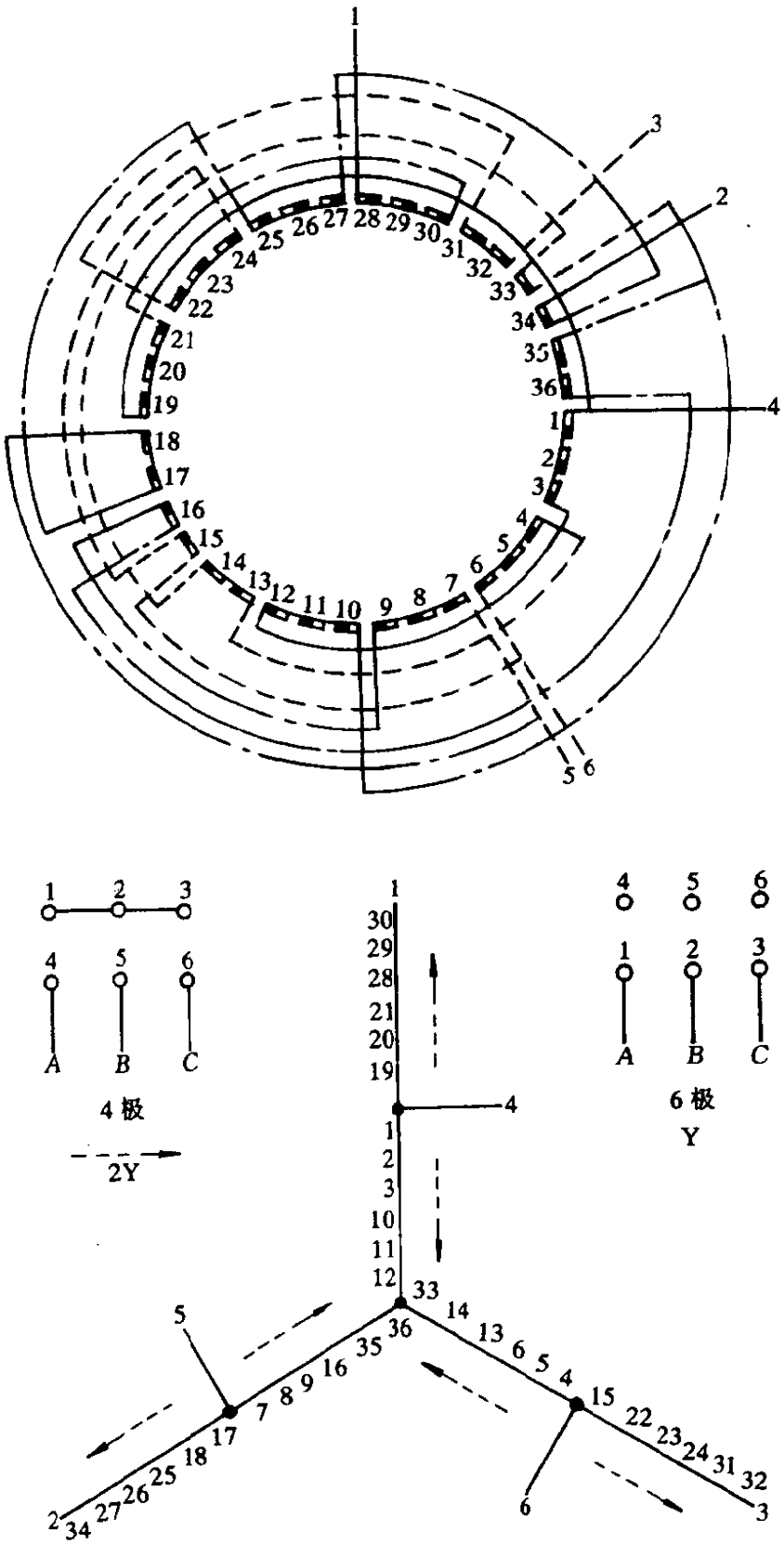


图 7-9　4/6 极(3、3、3、3、2、1、1、2 排列) 2Y/Y 接线图

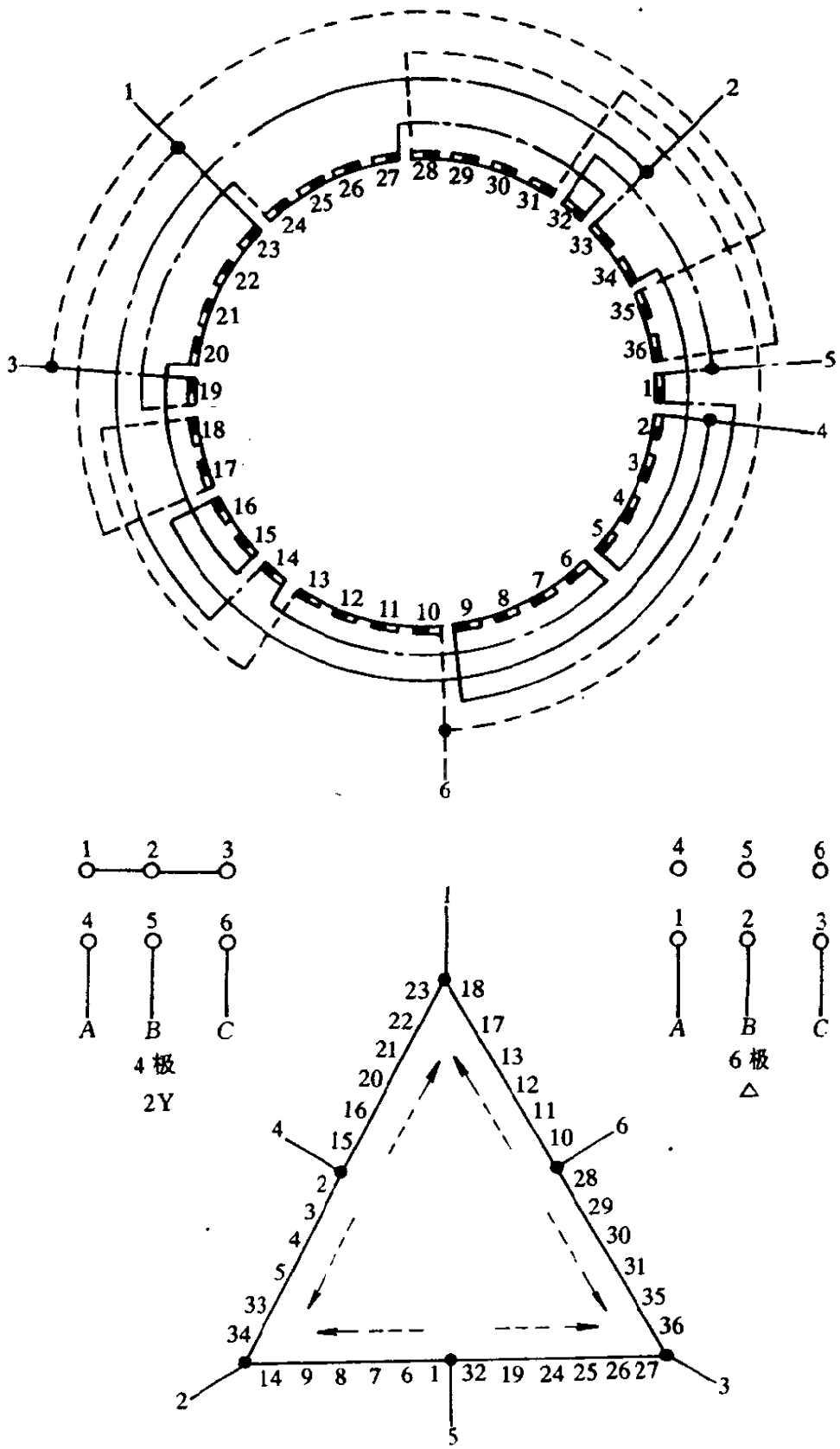


图 7-10　4/6 极(4、4、4、1、2、2、1 排列) 2Y/△接线图

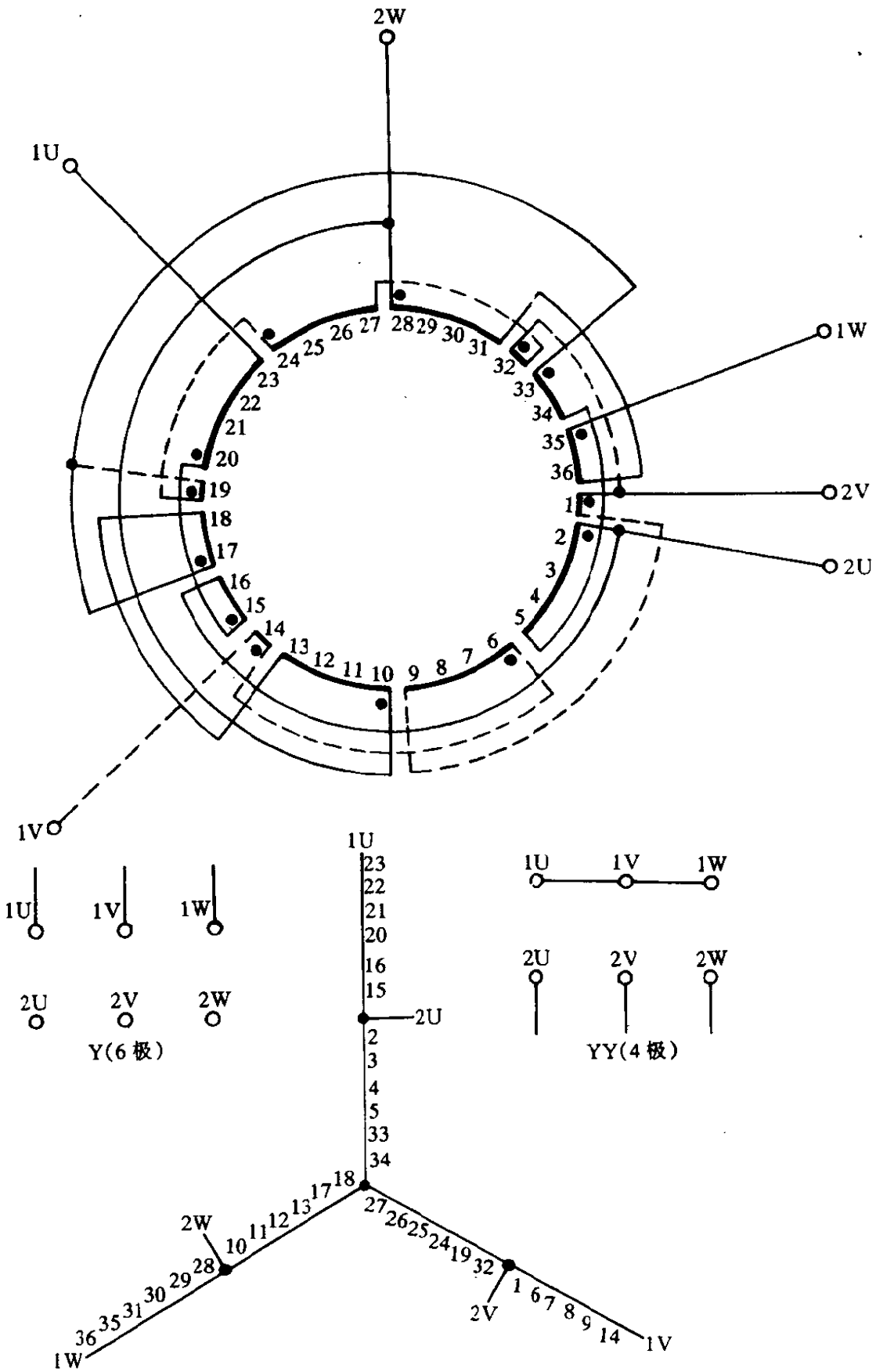


图 7-11　6/4 极(4、4、4、1、2、2、1 排列) Y/2Y 接线图

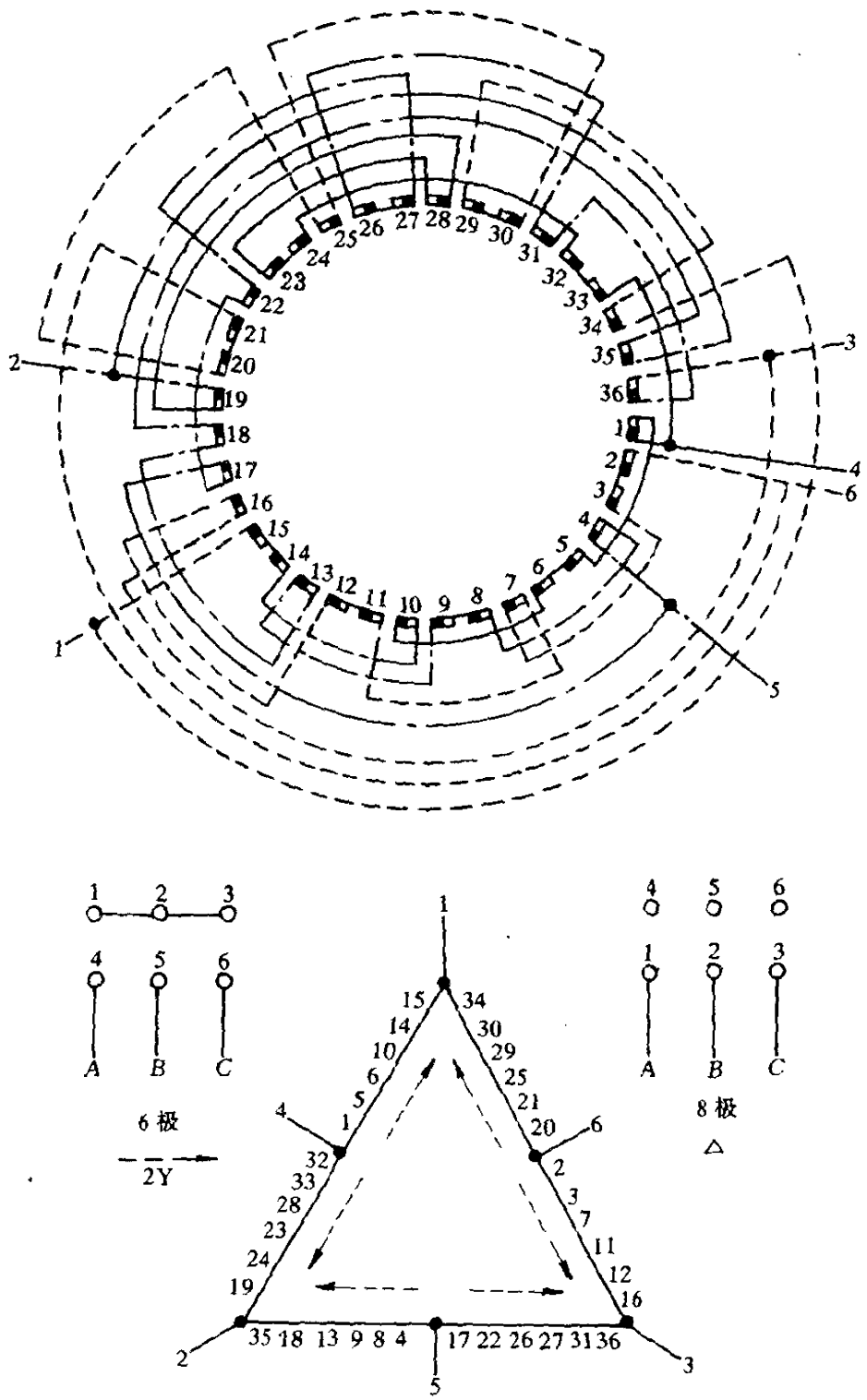


图 7-12　6/8 极(排列 1) 2Y/△接线图

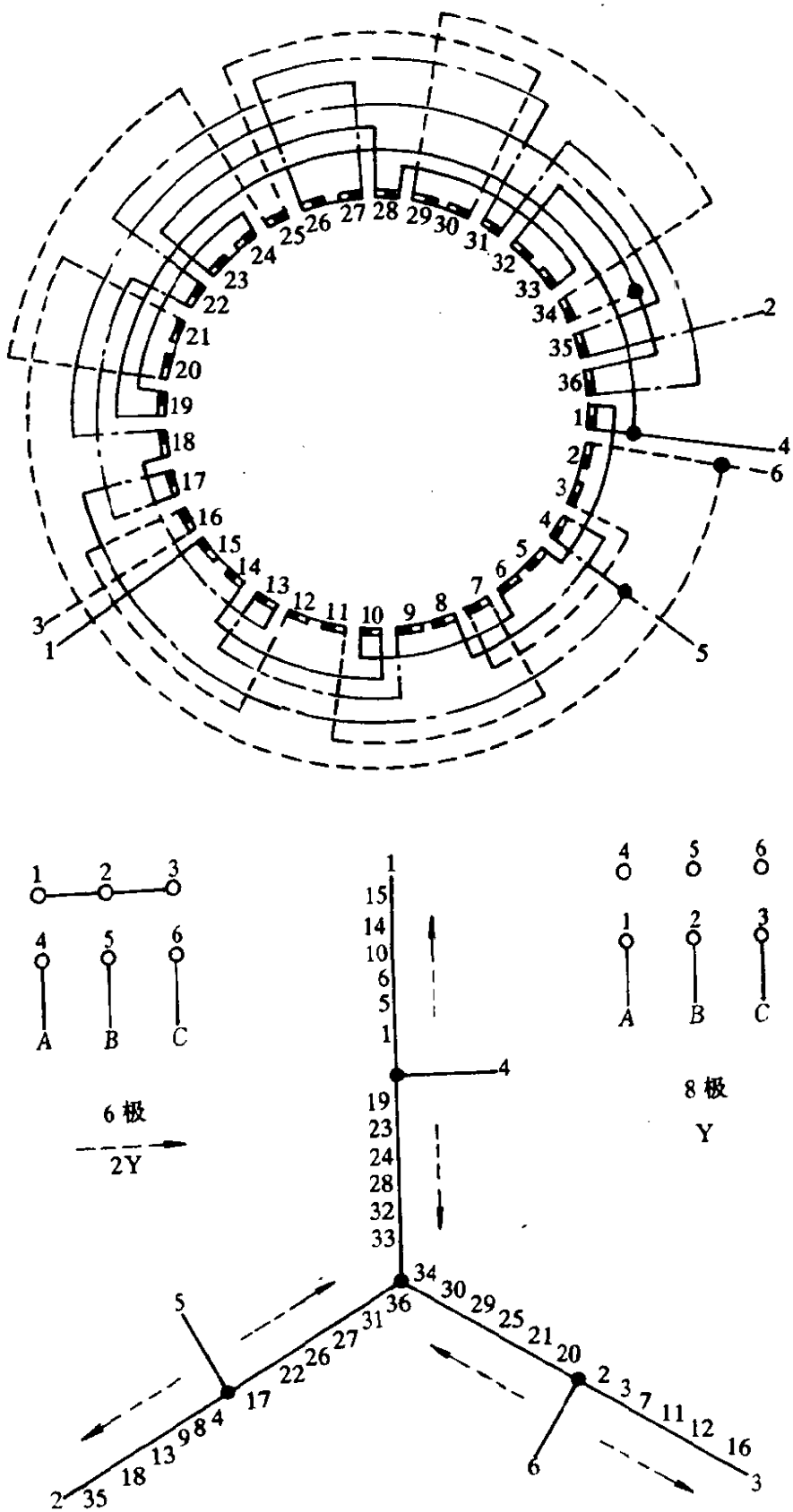


图 7-13　6/8 极(排列 1) 2Y/Y 接线图

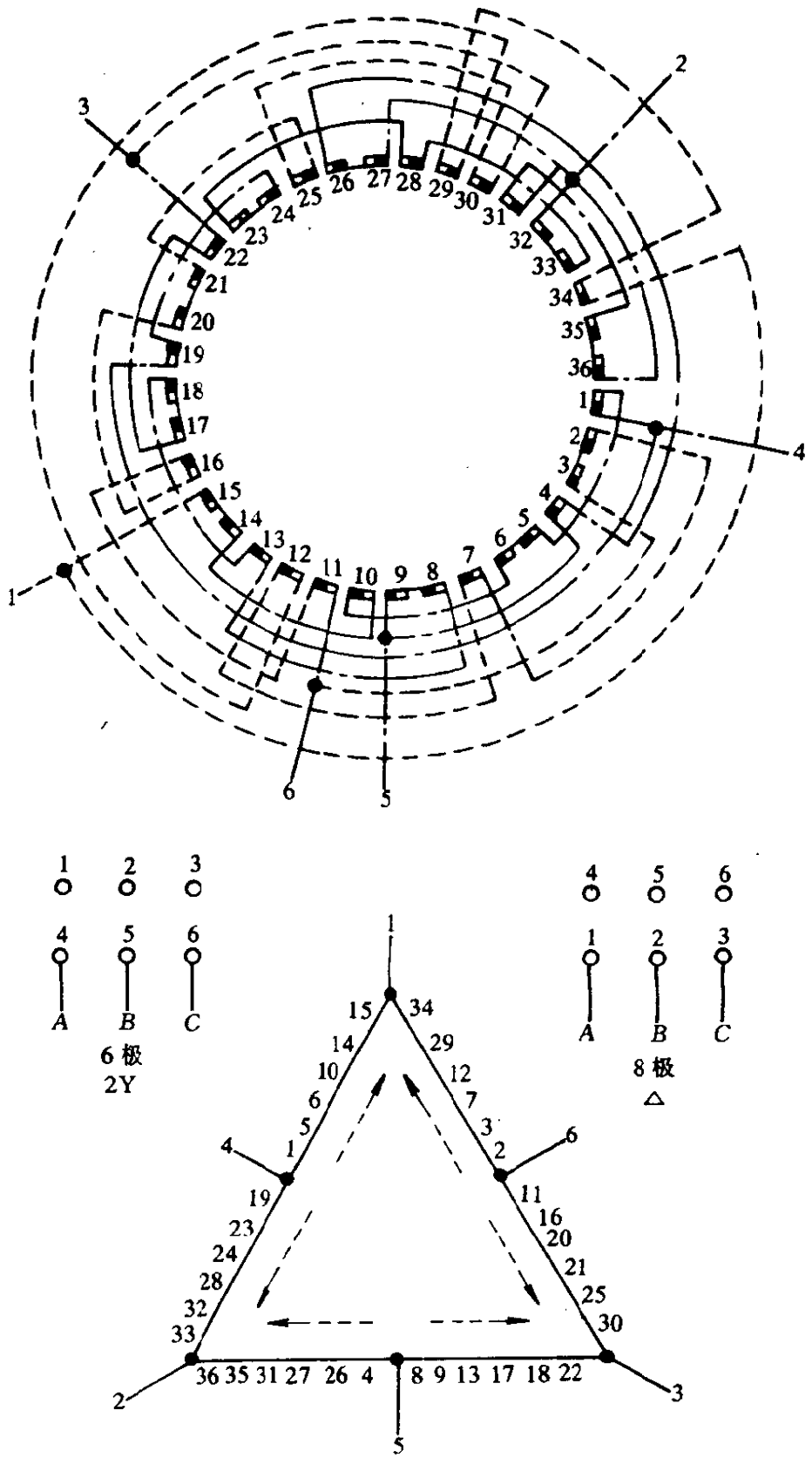


图 7-14　6/8 极(排列 2) 2Y/△接线图

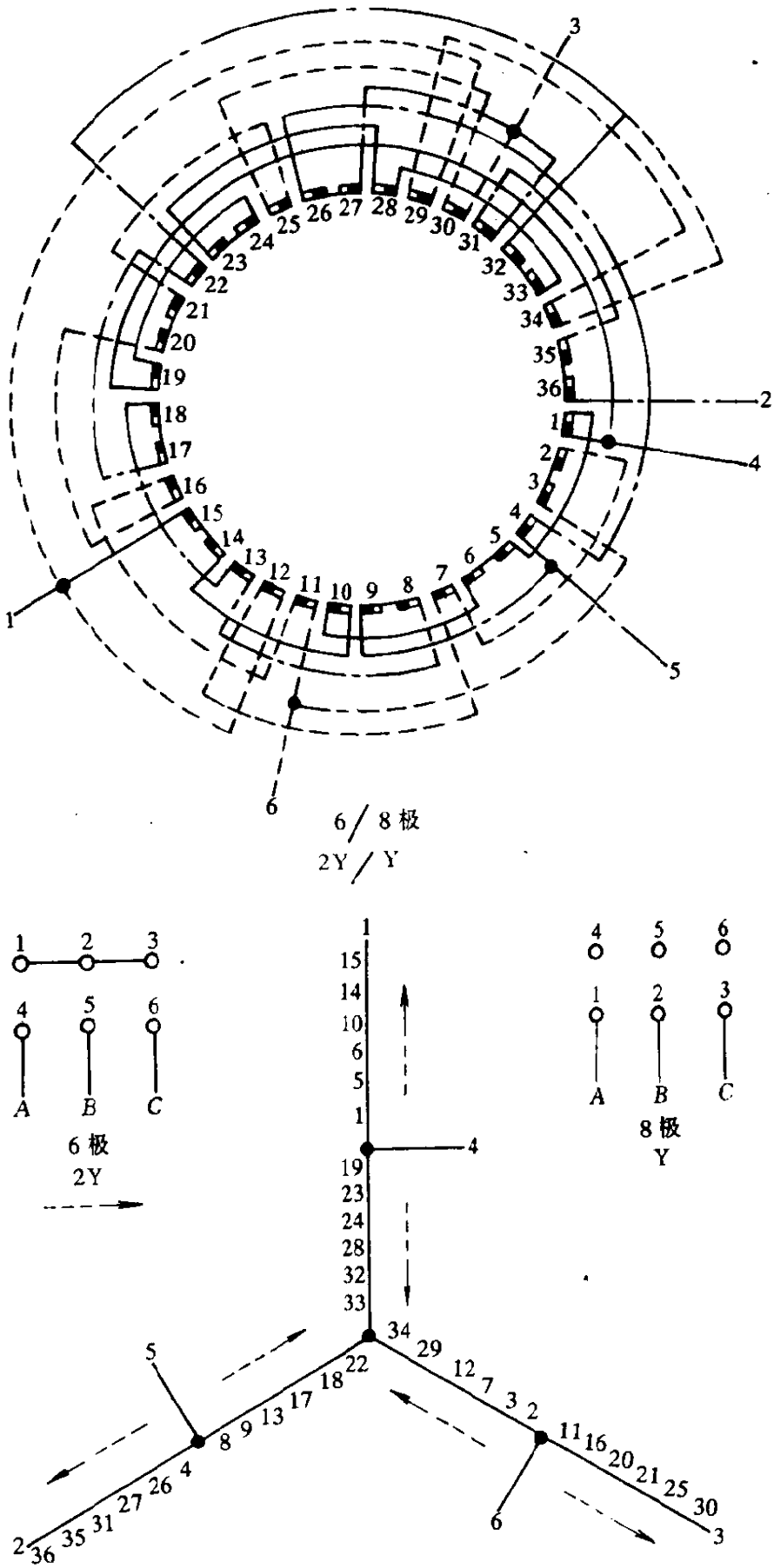


图 7-15　6/8 极(排列 2) 2Y/Y 接线图

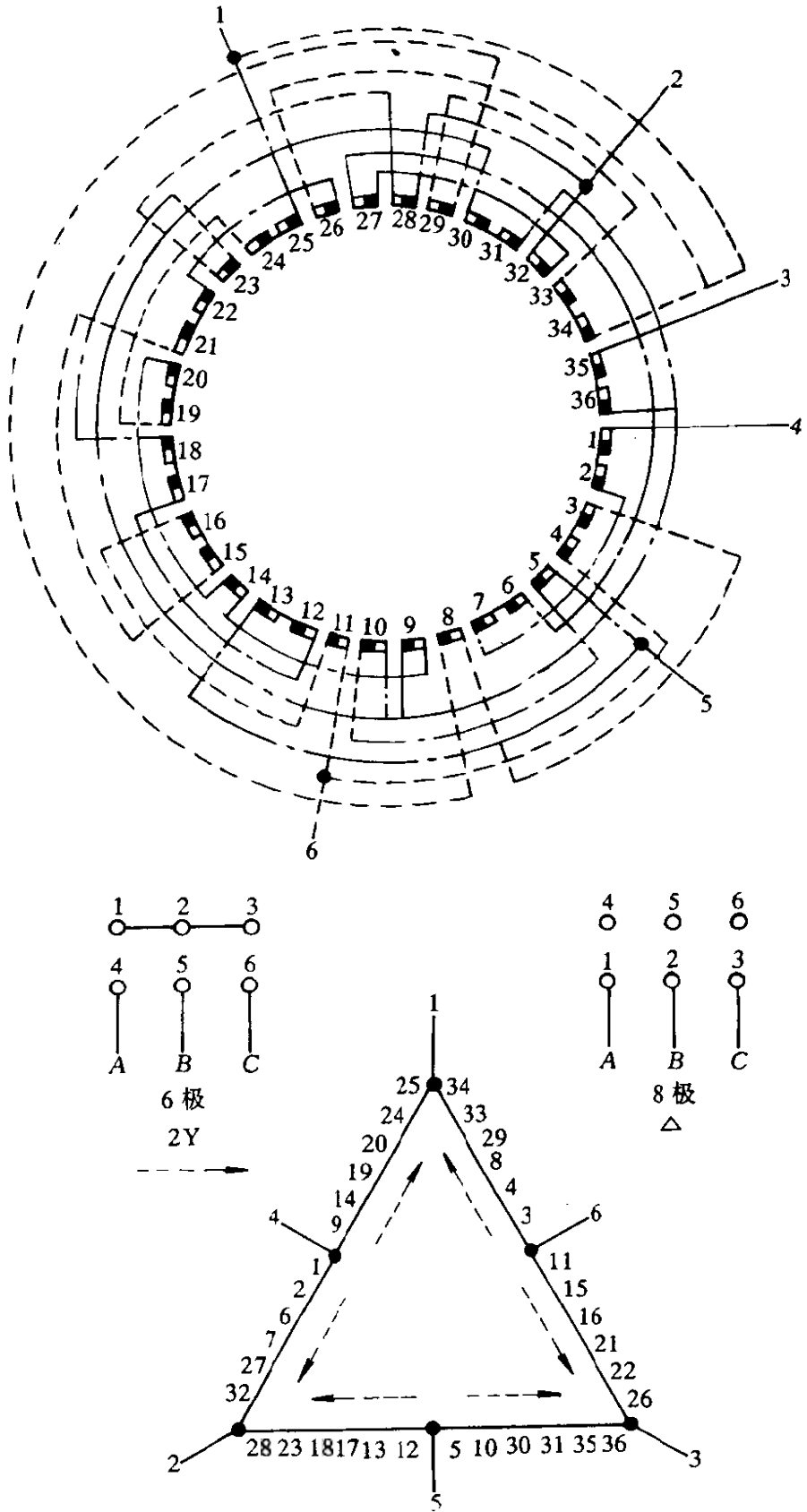


图 7-16　6/8 极(排列 3) 2Y/△接线图

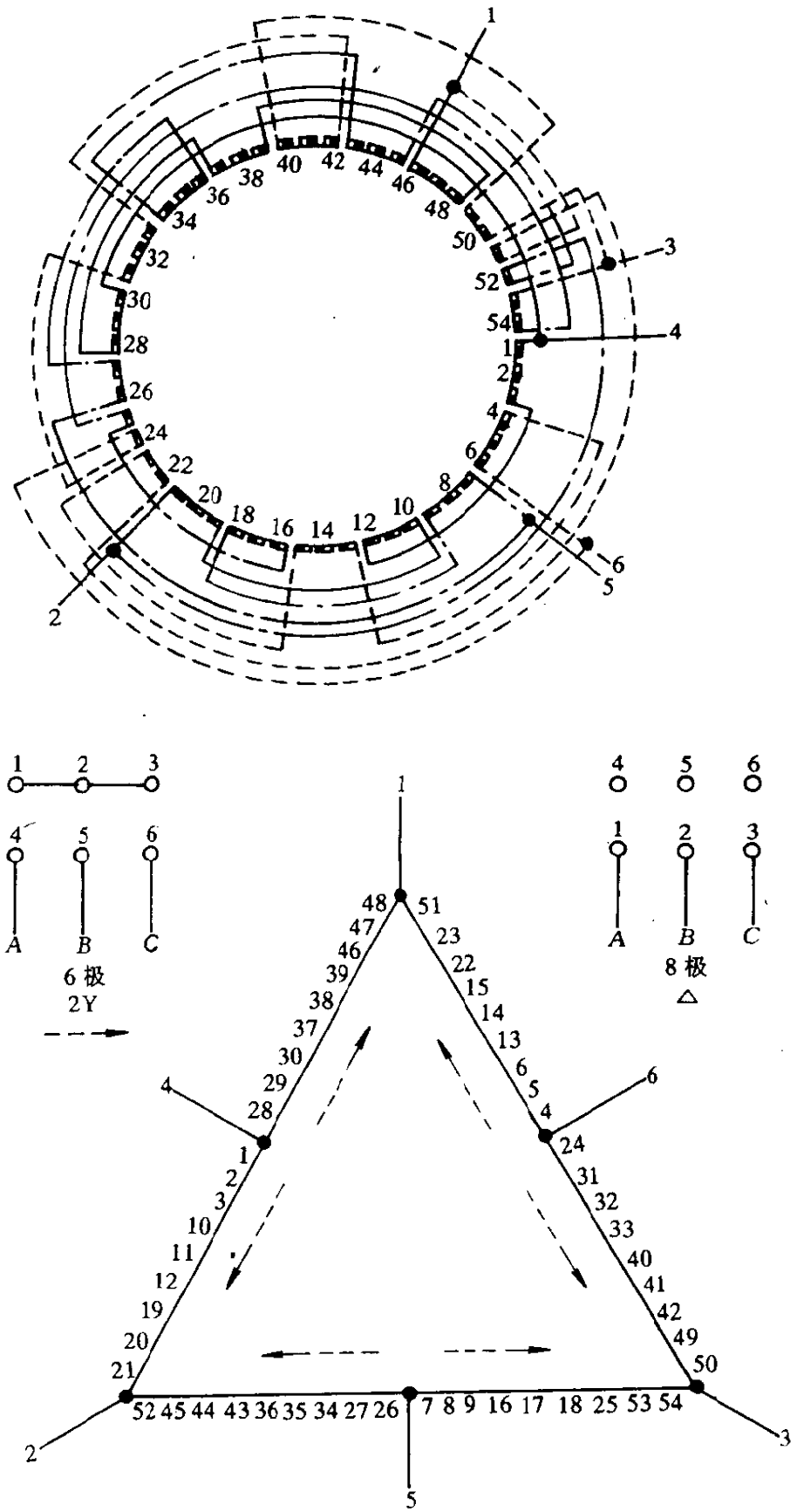


图 7-17　6/8 极(排列 4) 2Y/△接线图

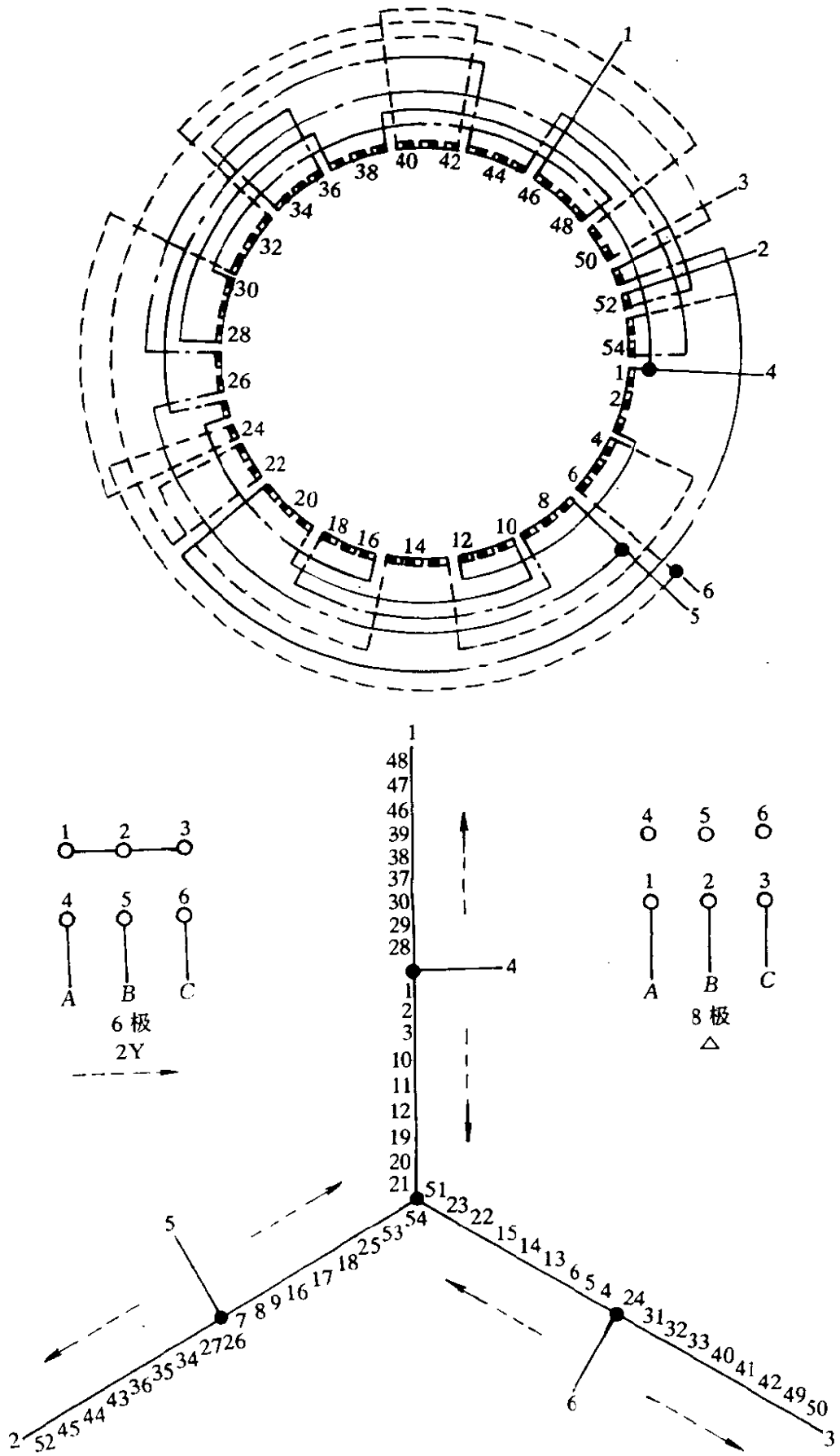


图 7-18　6/8 极(排列 4) 2Y/Y 接线图

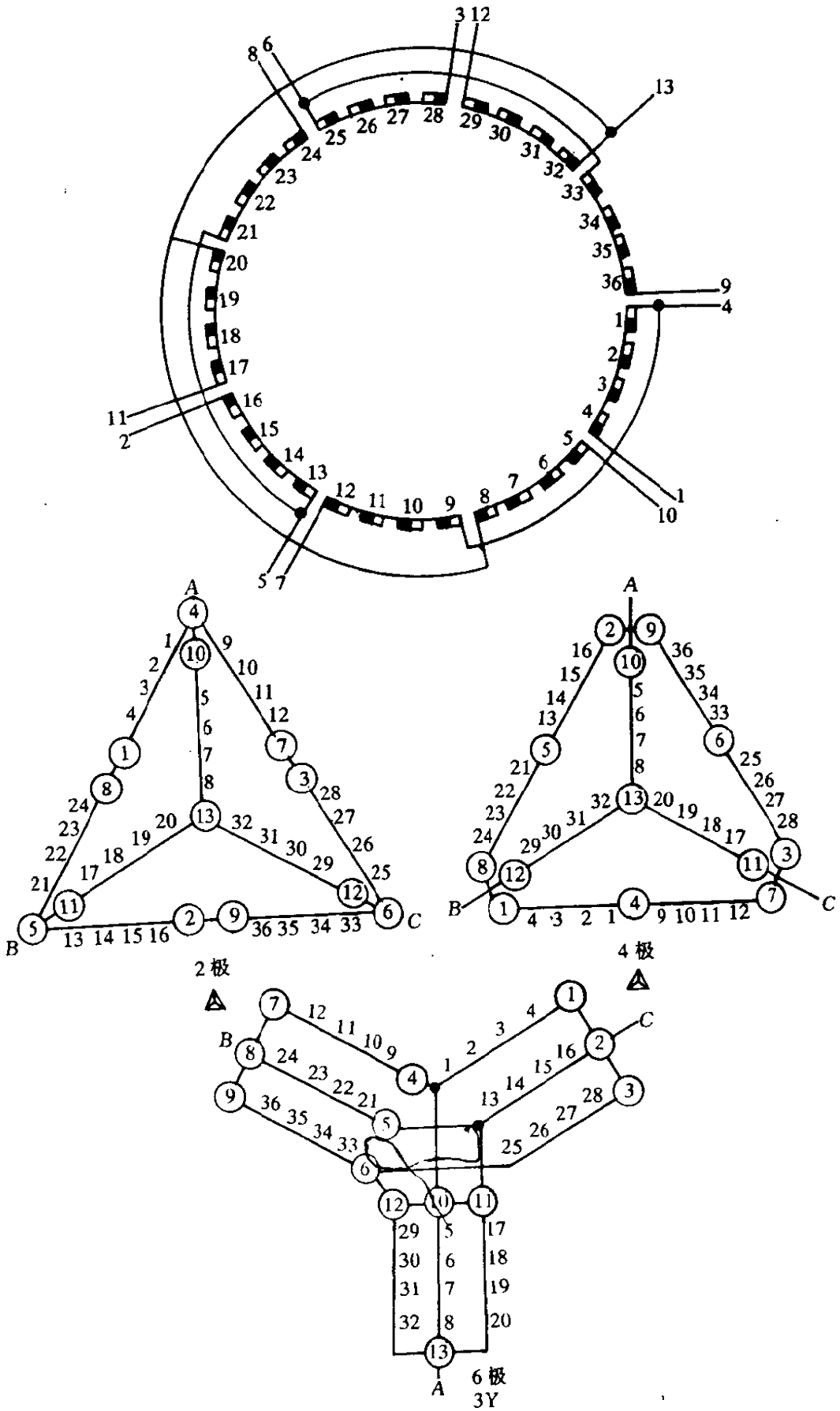


图 7-19　2/4/6 极△/△/3Y 接线图

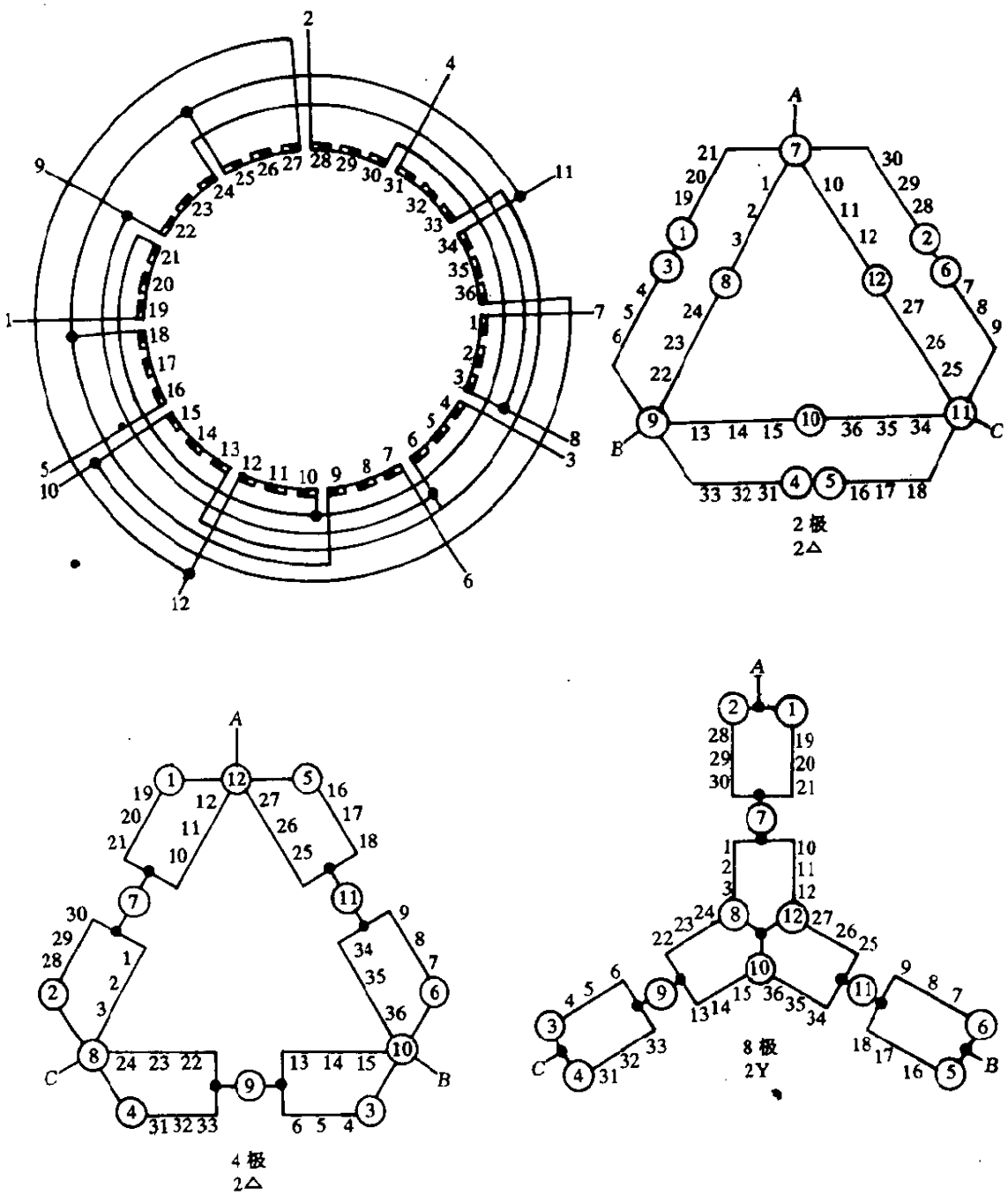


图 7-20　2/4/8 极(排列 1)2△/2△/2Y 接线图

(2) 方案 2。本方案采用两种不同节距线圈的绕组(接线图中槽号带＊者节距 1－13,不带＊者节距为 1－7)。两极为 60°相带,利用庶极法得到四极,八极则利用变节距法获得。联接方式为 2△/2△/2Y。引接线为 9 根。

7. 4、6、8 极(定子 36 槽)

本方案四极为正规 60°相带,反向得六极,八极则采用庶极接法获得。四、六极转向相同,八极转向相反。节距为 1－6,联接方式为 2Y/2Y/2Y,引出线为 9 根。

四、YD 系列三相变极多速异步电动机

YD 系列三相变极多速异步电动机是 Y 系列三相异步电动机的派生系列,它取代了 JDO_2 系列三相变极多速异步电动机,其双速为单绕组,三、四速为双绕组。双速均为 2Y/△接法(2Y 时为高速,△时为低速),三速为 2/4/6 极和 2/4/8 极,2/4 极为 2Y/△接法,六极或八极接成 Y 形;4/6/8 极时,4/8 极接成 2Y/△,六极接成 Y 形。四速 4/6/8/12 接成 4/8、6/12 两套独立绕组,均为 2Y/△接法。

YD 系列三相变极多速异步电动机的技术数据见附表 2-1。

五、JDO_2 系列变极多速三相异步电动机

JDO_2 系列变极多速三相异步电动机是我国 60、70 年代产品,80 年代起被 YD 系列变极多速三相异步电动机替代,目前,尚有少数产品还在使用。该系列电动机除四速是双绕组外,其余以单绕组为主。

JDO_2 系列变极多速三相异步电动机,不同制造厂的产品,其技术数据也有所不同。本书附录二将介绍甲、乙两组 JDO_2 系列的技术数据,供维修参考。其中附表 2-2 为甲组数据,附表 2-3 为乙组数据。

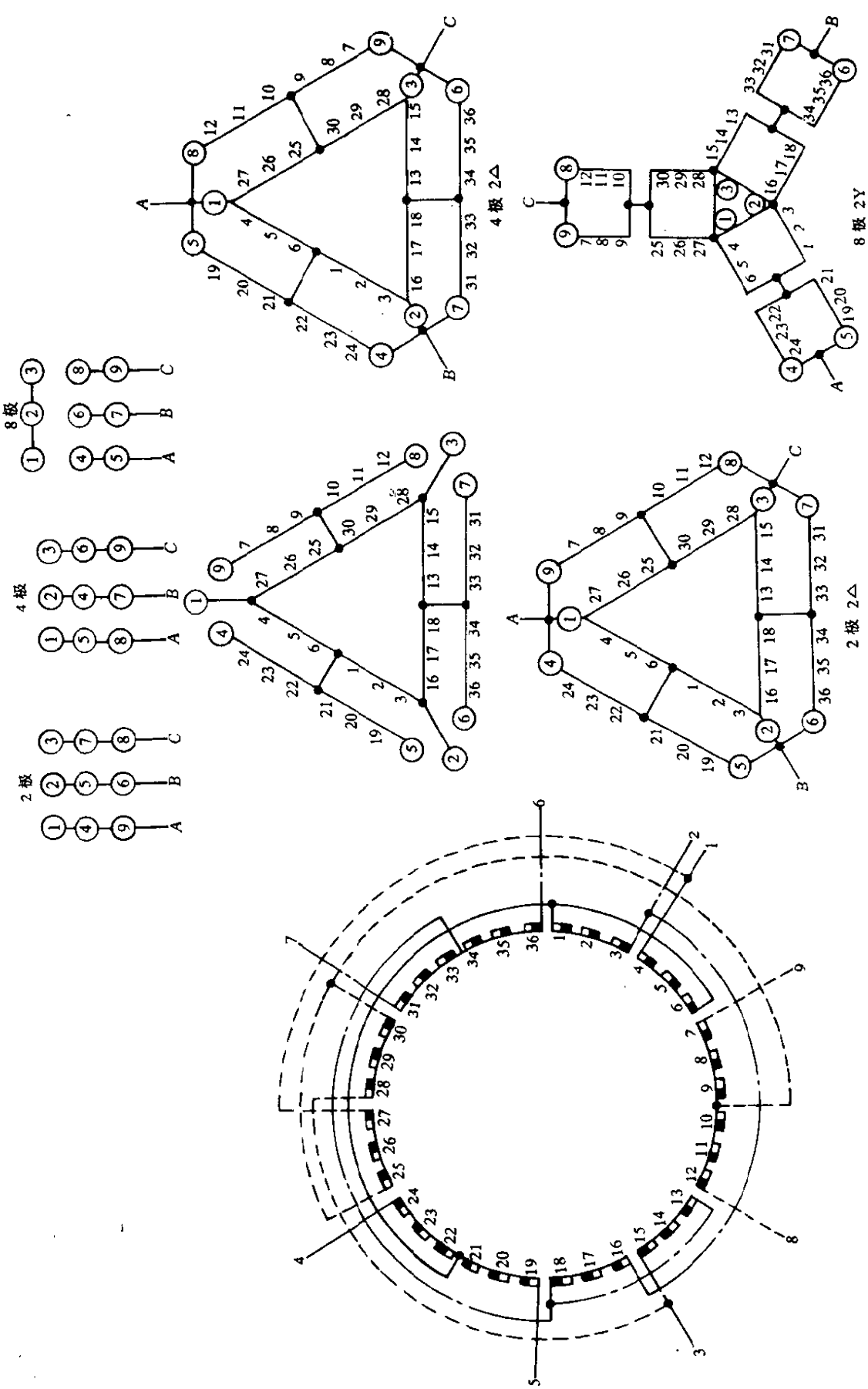


图 7-21　2/4/8 极(排列 2)2△/2△/2Y 接线图

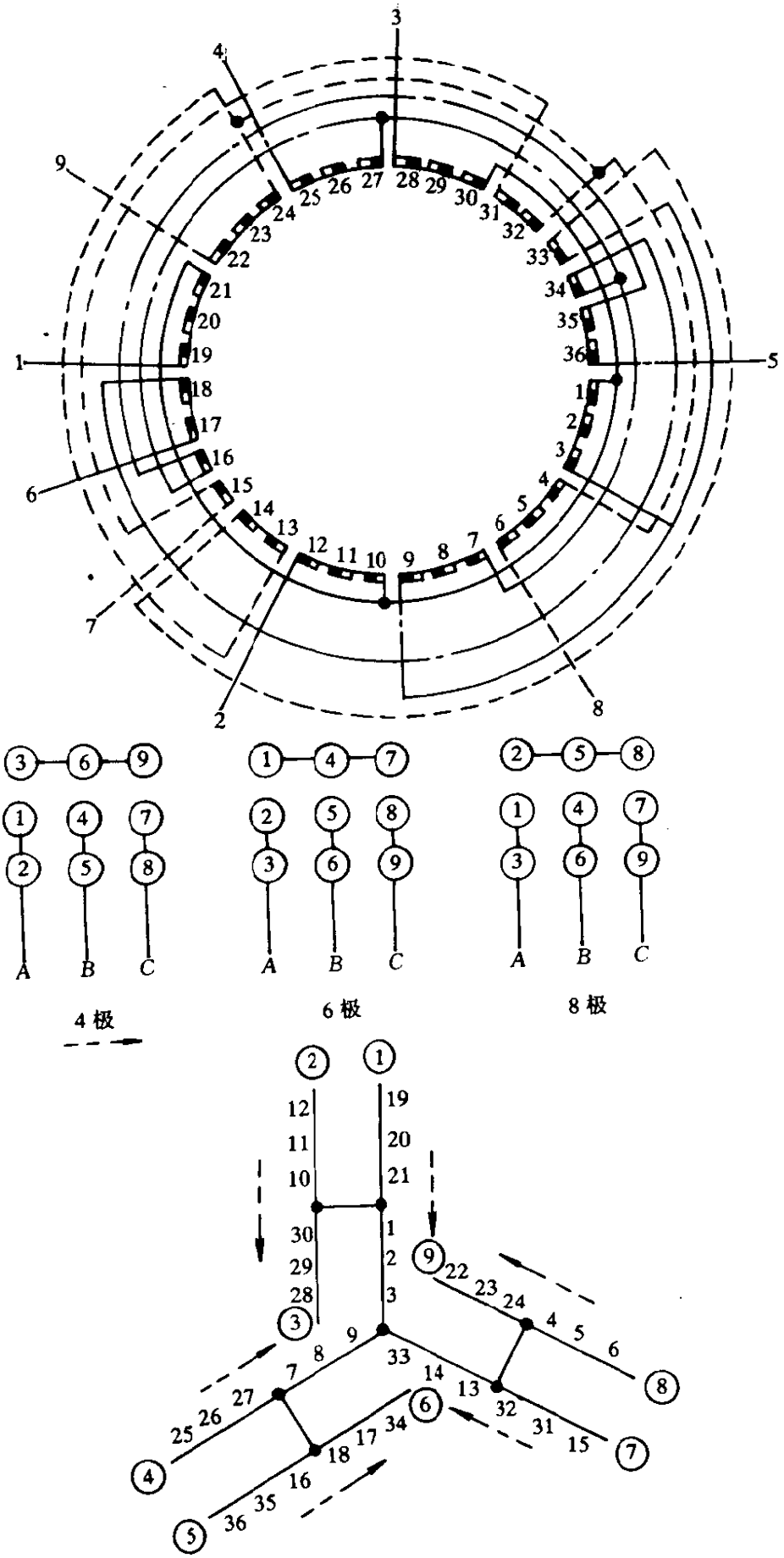


图 7-22　4/6/8 极 2Y/2Y/2Y 接线图

第二节　电磁调速三相异步电动机

电磁调速三相异步电动机是由单速或多速异步电动机和电磁转差离合器组成。按其结构型式，可分为组合式和整体式两类。电磁调速电动机系通过控制器进行较大范围内的无级调速。其结构简单，运行可靠，维修也较方便。

电磁转差离合器是由两个同心而独立旋转的部件组成，一个称为磁极（内转子），有显极式、爪式和感应子式三种结构；另一个称为电枢（外转子），有绕线式、鼠笼式、实心钢体和铝合金环等结构。其工作原理如图 7-23 所示。

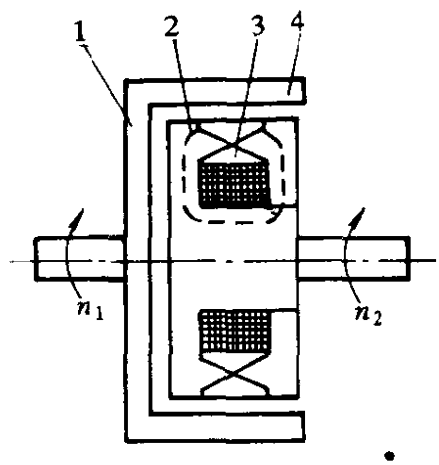


图 7-23　离合器工作原理图

1－电枢；2－磁极；3－激磁线圈；4－工作气隙

当离合器的激磁线图通过直流电流时，沿气隙圆周表面的爪极便形成若干对极性相互交替的空间磁场。当离合器的电枢随拖动电动机旋转时，由于电枢与磁场间有相对移动，在电枢内就产生涡流，此涡流与磁通相互作用，进而产生转矩，带动内转子同向旋转，但转速低于电枢。改变激磁电流，可调节离合器的输出转矩和转速。激磁电流越大，输出转矩也越大；当负载转矩一定时，输出转速也越高。

电磁调速电动机还装有测速发电动机，作为系统的测速反馈元件。

本节仅列出组合式电磁调速电动机的技术数据，供维修参考。

一、YCT 系列电磁调速电动机

该电动机 JZT 系列的更新换代产品，其技术数据见表 7-1。

表 7 1　YCT 系列(联合设计)电磁调速电动机的技术数据

型　号	额定转矩 (N·m)	调速范围 (r/min)	转速变化率 (≥)	励磁线圈		直流励磁		轴承型号	拖动电动机	
				导线直径 (mm)	匝数	电压 (V)	电流 (A)		型　号	功率 (kW)
YCT112-4A	3.60	1250～125	3%	—	—	—	—	205、204	Y801-4	0.55
YCT112-4B	4.91			0.57	1456	45.5	1.01		Y802-4	0.75
YCT132-4A	7.14			—	—	—		306、205	Y90S-4	1.1
YCT132-4B	9.73			0.63	1296	48.4	1.32		Y90L-4	1.5
YCT160-4A	14.12			—	—	—	—	307、206	$Y100L_1$-4	2.2
YCT160-4B	19.22			0.71	1350	53.8	1.51		$Y100L_2$-4	3
YCT180-4A	25.20			0.71	1534	80	1.19	307、306	Y112M-4	4
YCT200-4A	35.10			—	—	—	—	309、308	Y132S-4	5.5
YCT200-4B	47.75			0.83	1400	72	1.63		Y132M-4	7.5
YCT225-4A	69.13			—	—	—	—	310、309	Y160M-4	11
YCT225-4B	94.33			0.90	1355	80	1.91		Y160L-4	15
YCT250-4A	115.75	1320～132		—	—	—	—	312、311	Y180M-4	18.5
YCT250-4B	137.29			1.02	1104	70	2.88		Y180L-4	22
YCT280-4A	189.26			1.16	1326	80	2.46	313、312	Y200L-4	30
YCT315-4A	232.41			—	—	—	—	314、313	Y225S-4	37
YCT315-4B	282.43			1.2	1100	73	3.39		Y225M-4	45

注：凡是一个机座号内有两个规格的小功率励磁数据，在联合设计时未曾计算，各厂可能不一样，但也可用同一励磁线圈，仅电流略小。

二、JZT_2 系列电磁调速电动机

JZT_2 系列电磁调速电动机的技术数据见表 7-2。

表 7-2　JZT_2 系列电磁调速电动机的技术数据

型　号	额定转矩 (N·m)	调速范围 (r/min)	转速变化率 (≥)	励磁线圈		直流励磁		轴承型号	拖动电动机	
				导线直径 (mm)	匝数	电压 (V)	电流 (A)		型　号	功率 (kW)
JZT_212-4	4.9	1150～115	2.5%	0.53	1378	50	1.01	306、305	Y802-4	0.75
JZT_222-4	9.8			0.63	1296	40	1.1	307、306	Y90L-4	1.5
JZT_231-4	13.7	1200～120		0.50	2250	50	1.03	307、207	$Y100L_1$-4	2.2
JZT_232-4	19.6			0.63	2074	55	1.55		$Y100L_2$-4	3
JZT_241-4	25.5			0.60	1827	40	1.2	308、208	Y112M-4	4
JZT_242-4	35.3			0.67	1410	45	1.4		Y132S-4	5.5
JZT_251-4	47.1			0.85	1540	56	1.6	32209、209	Y132M-4	7.5
JZT_252-4	70.6			0.85	1540	60	2.0		Y160M-4	11
JZT_261-4	94.2			0.80	1924	60	1.2	32311、211	Y160L-4	15
JZT_271-4	137.3			0.85	1360	50	1.4	32313、213	Y180L-4	22
JZT_272-4	186.4			1.06	1360	45	1.5		Y200L-4	30

注：转速变化率的实际数值与控制器的型号有关。

三、控制器

电磁离合器本身的机械特性很软，输出转速随负载增加而显著下降。为了保证离合器在不同负载下的输出转速基本不变，离合器应配有能根据负载变化而自动调节励磁电流的控制器。不同型号的电磁调速电动机，用途不同时所配用的控制器也各不相同。如带三相永磁式中频测速发电动机的 JZT、JZT_2、YCT 和 YCTD 系列，须配用 ZTK1 控制器；JZTT 系列则须配用 ZTK3 控制器。带单相永磁脉冲测速发电动机的 JZT、JZT_2、YCT 和 YCTD 系列，须配用 ZTKM1 控制器，JZTT 系列，则须配用 ZTKM3 控制器。

四、电磁调速电动机的试车、起动、调速和停车

1. 试车

电动机修理完毕，接好控制器，并检查接线无误后，可先接通电源进行空载试车。试车时须注意电动机旋转方向应与所需方向一致。

起动后，如发现有任何不正常现象或响声时，须立即停车检查。待电动机空载运行正常后，才可将励磁电流送入离合器绕组，使输出轴随电动机同向旋转。慢慢调节控制器上的电位器，让输出轴的转速逐渐增高到电动机的同步转速附近。

如果电动机和离合器运转均正常，可连续空载 1～2h，并检查轴承有无发热、漏油现象。

2. 起动和调速

电磁调速电动机可采用直接起动，当电网容量不足时可采用补偿变压器作降压起动。

待异步电动机起动完毕，并确认控制器的调速电位器是处于零转速位置后，方可闭合控制器的电源开关，将励磁电流加入离合器的绕组，使调速电动机带动负载而旋转；缓缓调节调速电位器，使电动机逐渐增速至所需的转速。

3. 停车

短时间的停车，可将电位器调到零转速位置上，切断控制器的电源开关，而不必切断异步电动机的电流，以减少异步电动机的起动次数。

长时期的停车，操作顺序与短时间的停车基本相同，只是最后须切断异步电动机的电源。

遇到紧急停车时，可直接按下异步电动机的“停止”按钮，同时切断控制器电源。为此，须要求系统线路中有联销保护装置。最后仍需将电位器调到最低转速位置，以便下一次起动。

五、电磁调速电动机的故障及排除方法

电磁调速电动机的常见故障原因及排除方法，见表 7-3。

表 7-3　电磁调速电动机的故障原因及排除方法

序号	故障现象	可能原因	排除方法
1	接通电源后指示灯不亮	1. 十九心插头座或印刷线路板插脚接触不良 2. 指示灯损坏 3. 熔丝断 4. 电源开关接触不良	1. 用酒精擦试插头座及印板插座 2. 更换灯泡 3. 检查 L_1、L_2 接线是否正确，KP 和 D_{16} 是否击穿 4. 更换开关
2	接通电源后，调节调速电位器 W_1，离合器不工作，转速无指示	1. 调速电位器 W_1 断路 2. 稳压管 DW_3、DW_4 或 C_3 击穿损坏 3. BG_1 或 BG_2 损坏，或脉冲变压器 B_2 断线 4. 离合器励磁线圈绕组或线路断路	1. 检查 W_1 两端电压应为 18～21V 左右 2. 用示波器观察 B_2 上的波形，应为能移动的脉冲列 3. 按检查结果更换有关元件 4. 检查离合器励磁绕组及线路
3	电动机运转后离合器失控，转速升至最高速	1. 反馈量调节电位器 W_2 损坏 2. 插脚接触不良	1. 更换电位器 2. 用酒精清洗插脚
4	电动机运转时转速有摆动现象	离合器励磁绕组极性反	将 L_1、L_2 接线头对调
5	转速表指示值与实际转速不一致或无法校正	1. 永磁发电动机退磁 2. 测速发电动机有一相短路或断路	1. 当调节 W_3 无法校正时，需对测速发电动机充磁 2. 测量三相电压是否对称，再决定修理或更换
6	负载转速变化率很大	1. 控制器未接电源 2. 测速发电动机电压低 3. 测速发电动机绕组或线圈断路 4. 控制器坏	1. 检查电源 2. 测量测速发电动机电压 3. 测量电阻，找出断路处 4. 检修控制器

此外，由于电磁调速电动机结构与控制方面的原因，还有一些故障应引起注意。

(1) 负载端滚柱轴承的滚柱间承受负载不均匀，造成励磁电流失控。这主要是爪极式磁极作为从动转子输出转矩。其装配特点是一侧固定在端盖上，另一侧通过轴承搁在电枢内凸缘的轴水档上。由于磁极自身悬挂的重量，使轴承各滚柱间承担的负载不均，且各滚柱与轴承内、外圈产生摩擦，导致控制器电源开关未闭合，电动机的转速传递至输出轴，从而带动被驱动机械旋转，造成所谓励磁电流失控。解决办法是：调节离合器气隙的偏心度，使气隙大小均匀一致。如调节偏心度仍不能排除该故障，应检查机座后端盖的上口配合是否得当，经多次拆卸与修理的电动机尤应注意。

(2) 爪极式磁极变形及损坏。这主要是由于气隙不均匀，使电枢内表面受较大磁拉力作用，致使电动机轴伸端对其端盖凸缘止口平面及圆周面的跳动加大，且日益严重，最后造成变形和损坏。当然，电枢和磁极相互摩擦，造成的后果更为严重，磁极一旦损坏，应更换新的磁极。安装时，须仔细调节电枢与磁极之间的气隙，并使之均匀。

(3) 操作失误，造成熔丝烧断，励磁系统甚至电动机绕组发生故障。

① 开动控制器前电位器未调零，而电动机已起动或运行。故应按本节第四段中所述方法操作。

② 长期过载使电动机严重发热且不注意改善周围散热条件，易造成励磁线圈和电动机绕组故障。因此电动机运行时，需注意不使电动机过载。电动机周围应有良好的通风散热条件。

③ 频繁的正反转。电磁调速电动机的转动惯量较大。当电动机从正向运转转到反向运转时，其瞬间电流很大。正反转越频繁，反接制动也越频繁，大电流的冲击连续不断，造成电动机绕组发热异常，绝缘老化加快，从而产生故障。

第三节　锥形转子制动三相异步电动机

一、概述

锥形转子制动三相异步电动机的结构特点，是将电动机和制动器做成一体。其定子内腔和转子外径的表面均为圆锥体，转子形式分为笼型和绕线型两类。

锥形转子制动三相异步电动机的运行原理是：当定子通入三相交流电产生旋转磁场时，其作用在转子上的力垂直转子外表面；因其外表面呈锥形，故该作用力可分解成径向和轴向两个分力。在轴向力作用下，电动机转子产生轴向位移，压缩安装于转子上的弹簧，使定转子间保持一定的气隙，转子开始转动。当电动机断电时，轴向拉力消失，在弹簧力的作用下，转子产生反向位移，使风扇制动轮与后端盖制动面接触产生摩擦制动力矩，迫使电动机停止转动。正因为它有制动和驱动双重功能，用它作为动力装置可省去制动装置，使整个装置结构紧凑、占地小、投资少，增加了机械设备的工作可靠性。由于制动速度快，也可提高生产效率。

目前，国内生产的锥形转子制动三相异步电动机有 ZD、ZDY、ZD1、JZZ、JZZS 等老系列，YEZ、YHZ、YHZS、YEZR 等新系列产品。它们被广泛应用于需可靠制动的起重运输机械、建筑机械以及一些需频繁起动的机械上。

二、ZD、ZDY 系列锥形转子制动三相异步电动机的技术参数

与起重设备配套使用的锥形制动电动机，目前用得最多的仍是 ZD、ZDY 系列，为便利修理，将 ZD、ZDY 系列锥形制动三相异步电动机在基准负载持续率下的主要技术性能数据列表如下（见表 7-4）。

表 7-5 为 ZD、ZDY 系列锥形转子制动三相异步电动机的铁心及绕组数据。

表 7-4　ZD、ZDY 系列三相异步电动机主要技术性能数据

型号	额定功率 (kW)	额定电压 (V)	额定频率 (Hz)	负载持续率 (%)	额定负载时				磁拉力(N)		堵转电流 (A)	堵转转矩倍数	最大转矩倍数	飞轮转矩 (kg·m²)	制动力矩 (N·m)	质量 (kg)
					电流 (A)	转速 (r/min)	效率 (%)	功率因数 (cos φ)	额定电压时	90% 额定电压时						
ZD11-4	0.2	380	50	25	0.7	1380	65	0.67	100	80	4	2.0	2.0	0.006	2	16
ZD12-4	0.4	380	50	25	1.3	1380	67	0.70	150	120	7	2.0	2.0	0.007	5	18
ZD21-4	0.8	380	50	25	2.2	1380	73	0.75	240	190	13	2.5	2.5	0.038	11	30
ZD22-4	1.5	380	50	25	4	1380	74	0.76	430	350	24	2.5	2.5	0.045	20	38
ZD31-4	3.0	380	50	25	7	1380	80	0.81	700	560	45	2.7	2.7	0.130	43	60
ZD32-4	4.5	380	50	25	10	1380	82	0.83	920	745	65	2.7	2.7	0.160	64	70
ZD41-4	7.5	380	50	25	16.5	1400	82	0.84	1330	1080	110	3.0	3.0	0.390	100	115
ZD51-4	13	380	50	25	28	1400	83	0.85	1800	1460	180	3.0	3.0	1.30	188	195
ZDY11-4	0.2	380	50	25	0.7	1380	65	0.67	100	80	4	2.0	5.0	—	—	16
ZDY12-4	0.4	380	50	25	1.3	1380	67	0.70	150	120	7	2.0	2.0	—	—	18
ZDY21-4	0.8	380	50	25	2.2	1380	73	0.75	240	190	13	2.5	2.5	—	—	30

表 7-5　ZD、ZDY 系列电动机铁心及绕组尺寸

型号	输出功率 (kW)	定子外径 (mm)	定子内圆中径尺寸 (mm)	转子内径 (mm)	铁心长度 (mm)	气隙长度 (mm)	定子槽数 Q_1	转子根数 Q_2	定子绕组							定子绕线模					
									绕组型式	接法路数	节距	线规 (根-mm)	每槽线数	槽满率	用铜量 (kg)	A_1	A_2	F	C_1	C_2	T
ZDY11-4	0.2	120	70	25	40	0.25	24	22	单层	Y	1-6	1-ϕ0.38	215	0.72	0.74	51	45	94	27	24	6
ZDY12-4	0.4	120	70	25	60	0.25	24	22	单层	Y	1-6	1-ϕ0.47	145	0.71	0.87	53	43	115	27	24	6
ZDY21-4	0.8	167	98	30	62	0.35	24	22	单层	Y	1-6	1-ϕ0.67	95	0.74	1.35	73	64	130	39	31	6.4
ZD22-4	1.5	167	98	30	100	0.35	24	22	单层	Y	1-6	1-ϕ0.85	60	0.73	1.66	76	61	168	40.5	32.5	6
ZD31-4	3.0	210	128	40	86	0.45	36	30	单层	Y	1-9 2-10 11-18	1-ϕ1.18	34	0.74	2.90	100 87	90 77.5	170	45 54	40 49	5.5
ZD32-4	4.5	210	128	40	112	0.45	36	30	单层	Y	1-9 2-10 11-18	2-ϕ0.95	26	0.73	3.20	103 91	85 75	194	51.5 62.5	40 48.5	7
ZD41-4	7.5	245	155	50	180	0.50	36	30	双层	Y	1-8	2-ϕ1.12	20	0.76	4.62	118	96	220	78 90	53 64	7
ZD51-4	13	280	175	65	165	0.55	36	30	双层	2Y	1-8	2-ϕ1.12	28	0.76	6.30	124	95	268	64	48	7.5

三、故障及修理

1. 定子绕组烧毁

锥形转子制动三相异步电动机的气隙大小靠转子轴向窜动来调节。当电动机在频繁的起制动状态下，制动弹簧产生过度疲劳而变得弹性不足，压力降低，从而使制动力矩减小，不能平衡电动机运行中轴向磁拉力，造成定转子之间的气隙长度变小，甚至发生定转子相擦，产生大量热量，使电动机温度增大，绕组过热，绝缘老化，最后导致定子绕组烧毁。

在修理该类故障时，除了拆除已烧毁的绕组，更换相同规格的绕组，更重要的是要检查制动弹簧。发现弹簧变软，要及时更换，以保持正常的电动机气隙，避免电动机绕组再次烧毁。

2. 空载电流出现较大的不平衡

(1) 电动机的空载电流经常出现较大的不平衡，但出现时好时坏的现象，这多数不是电动机自身故障引起的。但电流不平衡对电动机运行质量有较大的影响，也需找出故障的原因，并加以消除。探查故障原因可从电源着手，如发现三相电源不平衡，则应调整电源电压(检查整个网路上三相负载是否存在严重的不对称现象)。

(2) 一直比较平衡的电动机空载电流，突然变得不平衡，且一直持续下去。其故障原因可能是：

① 定子绕组有某一支路或几条支路发生断路，使三相阻抗不相等。寻找故障时应逐相、逐支路进行测试，找出断路处后再行焊接、包扎，并进行绝缘处理；

② 定子绕组有短路故障，如匝间短路等。匝间短路引起的三相电流不平衡，有迅速劣化的趋势，因此，应立即停机检查，检查出故障点后，再针对故障对电动机绕组损伤的情况，决定采取局部修理还是更换绕组的修理。

(3) 新电动机用上去就发现三相电流不平衡(且其他新电动

机没有出现类似情况），这主要是电动机自身制造偏差所致。对重新修理过的电动机，也要预防此类故障产生。故障原因大致为：

① 定子绕组一相接反。检查接线，将反接的一相更正。发生该故障时，除了三相电流不平衡，电动机运转时有异常噪声，且转速达不到额定值；

② 所用导线规格不对，或绕制时拉力过紧，使导线变细，三相电阻不平均；

③ 线圈绕制时，某一只线圈多绕或少绕，差异较大时，应重绕。

3. 电动机起动困难

电动机起动困难原因很多，当排除电动机设计原因后，起动困难往往由如下因素造成。

（1）制动环与刹车面锈蚀严重，一般的处理办法是用细砂布打磨制动环和刹车面，除去锈蚀，此办法仍不能解决，应更换制动盘。

（2）电源线太细，使线路压降过大。应更换较粗的电源电缆线，尤其是电动机位置离电源较远时更应如此。

（3）弹簧压力过大，使磁拉力不能克服弹簧压力，造成电动机定转子气隙很小，起动困难。解决的办法是更换合适的弹簧。

（4）电动机负载过大。解决的办法是不让电动机超负荷。事实上，电动机经常超负荷，即使起动不困难，也对电动机的寿命有影响。

（5）转子有断条、裂纹或端环开裂，电动机本身就带不动负载。转子的修理见第六章。

4. 定、转子相擦

定、转子相擦的后果是很严重的。要防止定、转子相擦，其办法为选择压力适中的弹簧。在修理中也可将变软的弹簧进行淬火处理，使其压力适中，以平衡电动机轴向磁拉力。另外，还应调整好电动机气隙，勿使其过大或过小。第三个原因是，此类电动机由于轴

承磨损较其他电动机快，应及时更换轴承。同时，应注意轴承台配合不宜过紧，以免造成转子轴向移动困难。

5. 轴肩磨损快，不能起限位作用

锥形转子制动电动机起动时，是用轴肩和弹簧来作为转子轴向移动的限位装置。轴肩一旦磨损，就起不到限位作用，影响电动机的正常运转。修理中常用的办法是：车削一轴套罩住弹簧，轴套代替轴肩起动限位作用。

轴套的内径、厚度、长度应根据所加轴套的电动机具体结构而定，其界限应以加轴套后能保证定、转子不相擦为原则。一般而言，轴套厚度取 5mm 左右，内径应比弹簧外径大 3～4mm。轴套的材料应选 45 号优质碳钢，加工后经淬火处理。

6. 空载损耗大

铁耗大当然是空载损耗大的一个原因，这里暂且不讨论。下面讨论机械损耗引起空载损耗大的一些原因。

(1) 制动轮与刹车面调整间隙过小，互相摩擦。调整两者的间隙，使之合格，即可降低机械损耗。

(2) 定转子偏心，使定、转子相擦。可通过更换轴承、调整定、转子偏心来解决。

7. 制动不可靠

电动机制动时，有时会出现物体下滑现象。除了过载引起的因素外，可归结为如下几种原因。

(1) 弹簧压力过小，或弹簧使用过久，产生疲劳。更换压力合适的弹簧即可解决；

(2) 制动环磨损，造成制动轮与刹车面间隙过大。修理方法是清除磨损面不平坦现象，然后调节制动轮与刹车面的间隙至标准值，或更新制动环；

(3) 制动环松动、受潮或环面不洁。应清除环面油污、脏物，烘干制动环后装好、拧紧紧固螺钉；

(4) 制动环与后端盖的锥面(刹车面)接触不良。调节制动环

与端盖面角度，使其与锥面吻合，然后再紧固，保证接触良好；

(5) 后端盖刹车面粗糙，用0号砂布打磨刹车面，或用车床精车刹车面，使其光滑。

本节所述电动机的各类故障，绝大部分都涉及到定转子轴向位置控制不当这个关键因素。因此，在检查修理时，应重点分析轴的窜动大小是否得当，再进一步分析影响轴窜动量的原因，可收到事半功倍的效果。

第四节　潜水三相异步电动机

一、三相潜水电泵的分类及结构特点

潜水电泵是由潜水电动机和水泵直接联接泵机合一的产品。泵的叶轮直接安装在电动机的出轴端上，泵体则与电动机的机座或过渡法兰直接联接。在我国，潜水电泵分为小型潜水电泵和井用潜水电泵两大类。

小型潜水电泵最常见的型号为充油式QY、充水式QS和干式下泵QX型。井用潜水电泵最常见的为YQS和YQS_2型。

潜水电动机作为特种三相异步电动机，从结构上可分为干式、充油式、充水式和屏蔽式。干式电动机用于潜水电泵时，在泵和电动机的联接处的轴上装有防泄漏的轴封，一般为油封和双端面机械密封以防止水进入电动机内部。充油式电动机在电动机内部充满机械油防止水、潮气进入电动机，同时起了绝缘、冷却和润滑作用，提高了潜水电动机的可靠性。QY油浸式潜水电泵的潜水电动机就属于这一类型，这是目前我国使用量最大、使用范围最广泛的一种潜水电泵。充水式电动机又称湿式电动机，其绕组采用防水电磁线，浸在水中有足够的绝缘电阻，QS、YQS、YQS_2型潜水电动机就采用这种结构。屏蔽式电动机是定子用不锈钢屏蔽套进行屏蔽的一种特殊电动机，电动机转子可以在水中运转而定子内部不会

进水。屏蔽式电动机用于潜水电泵的规格和数量都较少，维修也较复杂。本节主要介绍前三种潜水电动机的维修。

潜水电动机和一般电动机相比，其结构特点最主要的是密封结构。

1. 静密封

在潜水电动机的机座与端盖、机座与泵体的止口配合处均用耐油的O形密封圈作静密封。而电泵的加油孔、放水孔则用橡胶衬垫作静密封。

2. 轴封

电动机的轴封一般采用双端面机械密封和油封组成。油封的作用是防止泥沙浸入机械密封，同时防止泵压直接加在机械密封部分，起了第一道防线的作用。

双端面机械密封分为两组。第一组在泵侧为第一道密封，第二道密封在电动机侧。每一道密封分别由动磨块（动密封环）和静磨块（静密封环）组成，以防止水从出轴外漏入电动机内部。

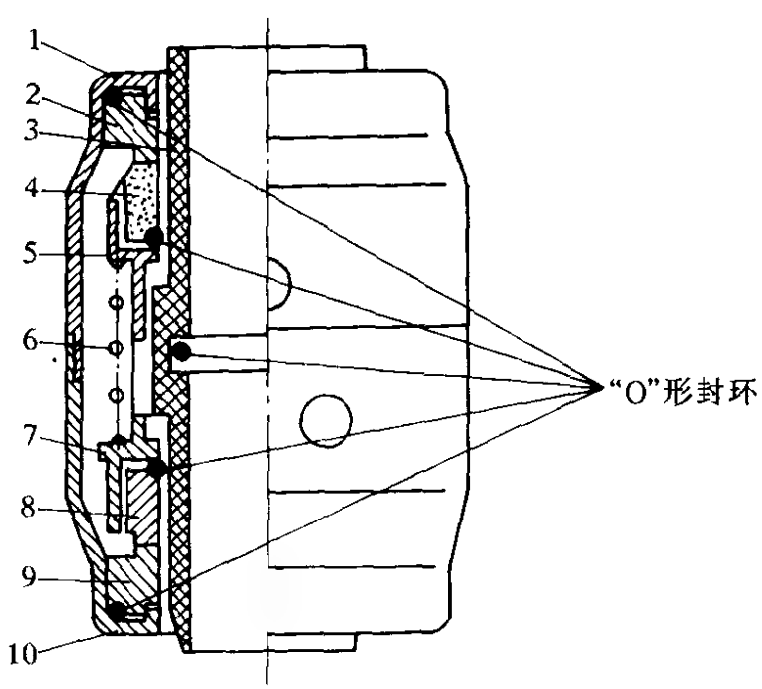


图 7-24　整体式机械密封结构

1—密封盒；2—上静密封环；3—轴承；4—上动密封环；5、7—支座；6—弹簧；8—下动密封环；9—下静密封环；10—密封盒

在QY潜水电泵中采用整体式密封盒（双端面机械密封）结构，其结构如图7-24所示。由轴套带动支座及两块动磨块一起转动，在弹簧力作用下分

别与两块静磨块组成两道密封面。每一对动、静磨块之间的摩擦面要求有较精密的粗糙度和平面度，以及装配后与轴的垂直度。密封盒置于电动机的密封室中，密封室中充满机械油，使磨块工作时润滑，并起到冷却的作用。这种结构安装和维修都较方便。

3. 电缆的密封

电缆引入电动机的密封是潜水电动机的一个重要部分。QY 潜水电动机的出线盒结构如图 7-25 所示。它的主要作用是不让外界的水进入出线盒内，同时使电动机内部的油不进入出线盒内，保证橡套电缆不会遇到油而产生“发胖”现象。

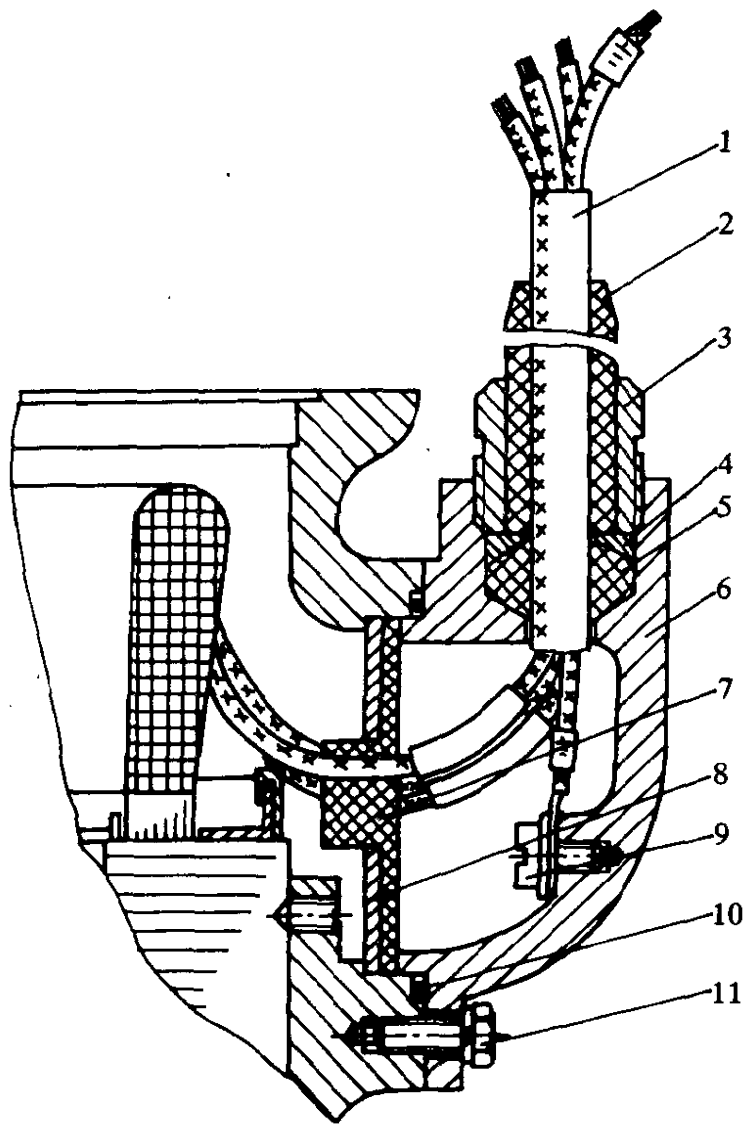


图 7-25　油浸式潜水电泵的出线盒结构

1—橡套电缆；2—护套；3—螺母；4—压紧垫圈；5—涨圈；6—出线盒盖；7—封口塞；8—封口板；9—接地螺钉；10—“O”形封环；11—螺栓

干式 QX 下泵在电缆引入电动机部分用橡胶与电缆一起硫化模压成形，并用压板压紧以防水进入电动机，同时在电缆的某一部位将多芯线搪锡后与橡胶紧紧封死来防止电缆端部浸水后，由于毛细管现象使水份浸入电动机。

其次是在小功率的干式潜水电动机中广泛采用了内装式三相热保护器。热保护器由蝶形双金属片、加热元件及外壳构成。热保护器接在Y接的三相绕组的中点，一般安装在靠近绕组端部的端盖上，它对电动机内部的温度和流过电动机的电流都有检测作用。当加热元件受到过电流时产生电流热以及电动机绕组中散发的过热温度，当两者温度达到预先调整的温度时，双金属片迅速翻转，直接断开电动机的电流。当电动机温度下降到双金属片的复位温度时，双金属片自动复位，接通电源。所以，当电动机发生二相运行、堵转或脱水运转（电动机部分露出水面）而发生过电流或过热现象时能自动切断电路，对电动机起到保护作用。

热保护器的接线与工作情况，如图 7-26 所示。

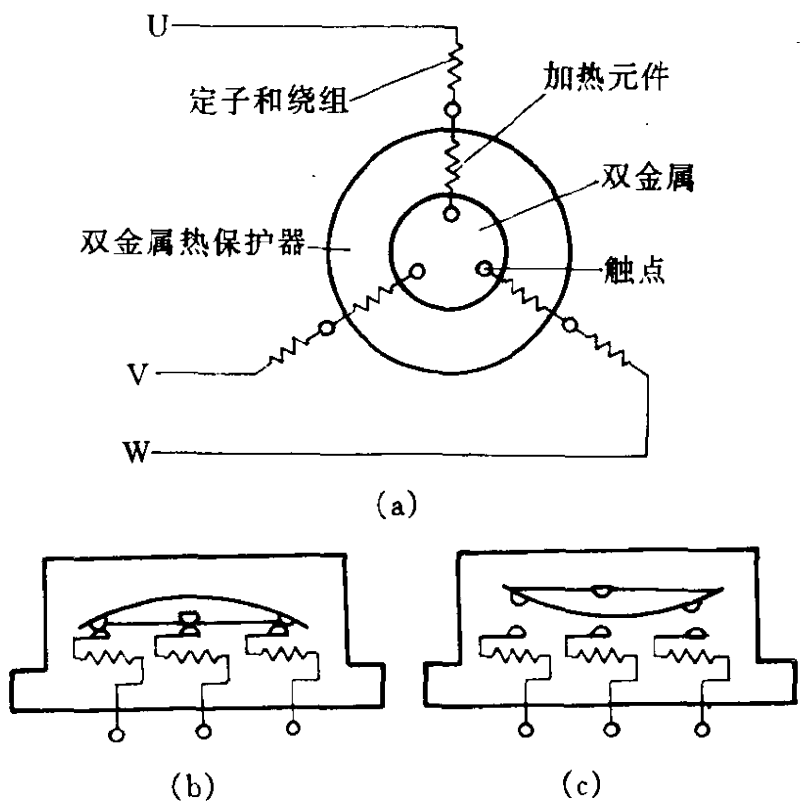


图 7-26　双金属热保护器

(a) 接线图；(b) 工态；(c) 断开状态

二、常见故障分析与排除

1. 绝缘电阻低

潜水电动机由于在水中运行，使用前需要用兆欧表检查定子绕组对机壳的绝缘电阻。关于充油式、干式、充水式潜水电泵的绝缘电阻值，可参见表 7-6。

表 7-6　潜水电动机绝缘电阻值(MΩ)

电　泵　型　式	绝缘材料或等级	实际冷态时	接近工作温度时
充水式	聚乙烯	150	0.5
	聚氯乙烯	40	0.5
充油式和干式	E、B 级	100	1.0

绝缘电阻下降主要是绕组受潮引起。多数情况是电动机腔有水渗入。发现绝缘电阻下降应先查明水是何处渗入，渗入的可能有机械密封泄漏、电缆引入端泄漏或机座裂缝泄漏等。发现泄漏，应迅速排除，对受潮的定子绕组要进行干燥处理，方法和一般电动机相同。

对于充油式电动机还必须更换绝缘油，新加的绝缘油要注意清洁、不含水份。

2. 电动机起不出

(1) 电源和电缆线。检查电源线电压的数值，电压一般在 280V 以上时，电动机还能起动。若电压低，可以加装电压调节器，电压调节器的容量须与电动机的功率相匹配。

当电泵的使用点离电源较远时，电缆线的压降就会增加，电动机出线端的线电压过低，电动机不能起动。因此，当使用点离电源较远时，可适当选用合适的电缆线。对于 3kW 以下的电动机，可选用的电缆规格见表 7-7。

表 7-7　长距高电缆规格推荐表

电缆长度(m)	100 以下	100～200	200～500	500～800	800～1400
标称截面(mm^2)	1.5	1.5	4	6	10

需要注意的是潜水电动机必须使用户外型的 YZW 型中型橡套电缆或性能相似的电缆。

(2) 叶轮卡住。拆下水泵部分的泵体，将卡住叶轮的杂物清除即可。

(3) 电缆线断裂或插头损坏。电缆线在户外使用，很容易造成电缆线芯的断裂，可用万用表测量电缆的芯线是否通路，电阻值是否平衡，若有断路现象应更换电缆。

(4) 热保护器损坏。潜水电动机安装三相热保护器时，其双金属片三个触点没有全部接通或动触点和静触点接触不良会使电动机不能起动。

3. 电动机突然停转

(1) 电泵的保护开关或内装热保护器动作。潜水电动机由于使用条件比较恶劣，如两相运转、低电压、流道堵塞等，往往使电动机绕组受到损伤，严重时甚至烧毁，因此，潜水电动机大都配有专用的保护开关或内装热保护器。引起保护开关或热保护器动作而使电动机停转的原因有：电源电压或低或高，使电动机的工作电流超出其额定电流；两相运转；电泵反向运转；电泵打泥浆水或污物时，由于输液比重增加，也会造成过载以及电泵发生叶轮卡住、叶轮与泵盖相擦等机械故障等。

如果电动机电流未过载，而保护开关或热保护器过早动作，则为保护开关的整定电流调节不当或者热保护器失灵必须进行更换。热保护器中央有一个用红漆漆封的螺钉，这是用于调节双金属片的动作温度的，出厂时已调节好，一般情况下不宜自行调整。由于热保护器是自动复位型保护电器，故障发生后，若不及时排除，会造成电动机的反复起动和停转，对电动机和热保护器的寿命都是不利的。因此，电动机突然停转后，要切断电源排除故障后，方可重新投入运行。

(2) 电动机出线盒部分进水、连接线烧断。出线盒部分电缆线损坏；橡胶涨圈没有压紧或其他密封缺陷，使水渗入出线盒内，造

成电缆芯线接地而烧断。这种故障须打开接线盒，排除漏水原因，重新接上芯线并加以绝缘，方可继续使用。

三、潜水电动机的特殊修理要求

潜水电动机和一般三相异步电动机相比，有以下一些特殊的修理要求。

1. 机械密封修理

机械密封是潜水电泵的关键部分，电动机的正常运行在很大程度上取决于机械密封的正常工作，机械密封的修理有一定的难度，但为了节约修理费用，如果在拆检时发现磨块磨损不严重时，可以进行研磨后再继续使用。对于磨损严重或缺损严重的磨块，应更换新的磨块。

(1) 磨块研磨的主要设备和材料。磨块研磨所需的主要设备是平面研磨机，可以自制，它主要由研磨转盘和旋转支架组成。没有平面研磨机可以用研磨平板手工研磨。研磨平板用球墨铸铁制成(必要时可用高牌号铸铁代用)，平板要求平整光滑，需经常用碳化硅＃400磨粉，加入N7(或N10)机械油调和后加在两块平板之间对磨修整。

(2) 磨料的配制。不同的磨块应采用不同的研磨磨料，粗研磨与精研磨的配方也不同，配方可参考表7-8。

表7-8 研磨磨料配方(重量比)

磨块材料	粗　研　磨	粗　研　磨
不锈钢 铸　铁 硬塑料	＃800碳化硅磨粉50% ＋N7(或N10)机械油50% ＋防锈水少许	M2白刚玉微粉44% ＋汽油28% ＋油酸28%
氮化硅 碳化硅 硬质合金	＃300碳化硼磨粉50% ＋N7(或N10)机械油50% ＋防锈水少许	W3钻石研磨膏2.5% ＋甘油24.5% ＋蒸馏水73%

(3) 粗研磨。将配制的磨料均匀涂在研磨板上，研磨磨块的工

作面直至将磨损的痕迹磨掉为止，研磨时压力要均匀。不锈钢、碳化硅磨块所需时间要长一些。粗研磨后，可用汽油或甲苯清洗干净并自然干燥。

(4) 精研磨。在研磨板上加上所需的磨料，进行往复平推直至质量要求。经清洗并干燥后用放大镜观察表面，磨块不应有明显的微孔及裂纹，粗糙度要求为 $Ra0.2$。不平直度用钠光灯和平面平晶检查，光带不超过二条。

(5) 机械密封装配时，需在磨块的工作表面注上清洁的润滑油，注意磨块的工作面不能沾上灰尘、纤维等杂质，以免产生微量漏气，还要注意O形密封圈、衬垫、波纹管等弹性密封件的完整性。

2. 静密封的修理

(1) O形橡胶密封圈。

① 已经变形或老化的O形密形圈应予更换；

② 一般套在止口上的O形密封圈应比止口直径缩小一些。经拉伸后能服贴地套在止口上为合适，置于孔内的凹槽的O形密封圈要求外径比密封槽槽底直径稍大一些，以放进密封槽的O形密封圈紧贴密封槽不宜；

③ 检查密封沟槽的表面及导向倒角处是否光洁完整，若有毛刺杂物，需清除后方能装配；

④ O形密封圈在装配前，最好涂一层清洁的油脂，这样有利于装配。

(2) 橡胶衬垫密封。更换加油孔、放水孔的橡胶衬垫时要注意：

① 橡胶衬垫必须是耐油橡胶，表面须光洁平整；

② 衬垫需具有一定的厚度，衬垫太薄会造成螺钉拧紧后仍达不到密封效果。

(3) 气压试验。潜水电泵拆机修理或更换机械密封后，须做气压试验以检查各部件的密封性能。下面介绍QY潜水电泵的气压

试验方法。

气压试验用的接头和小接头可参照图 7-27 自行制造。

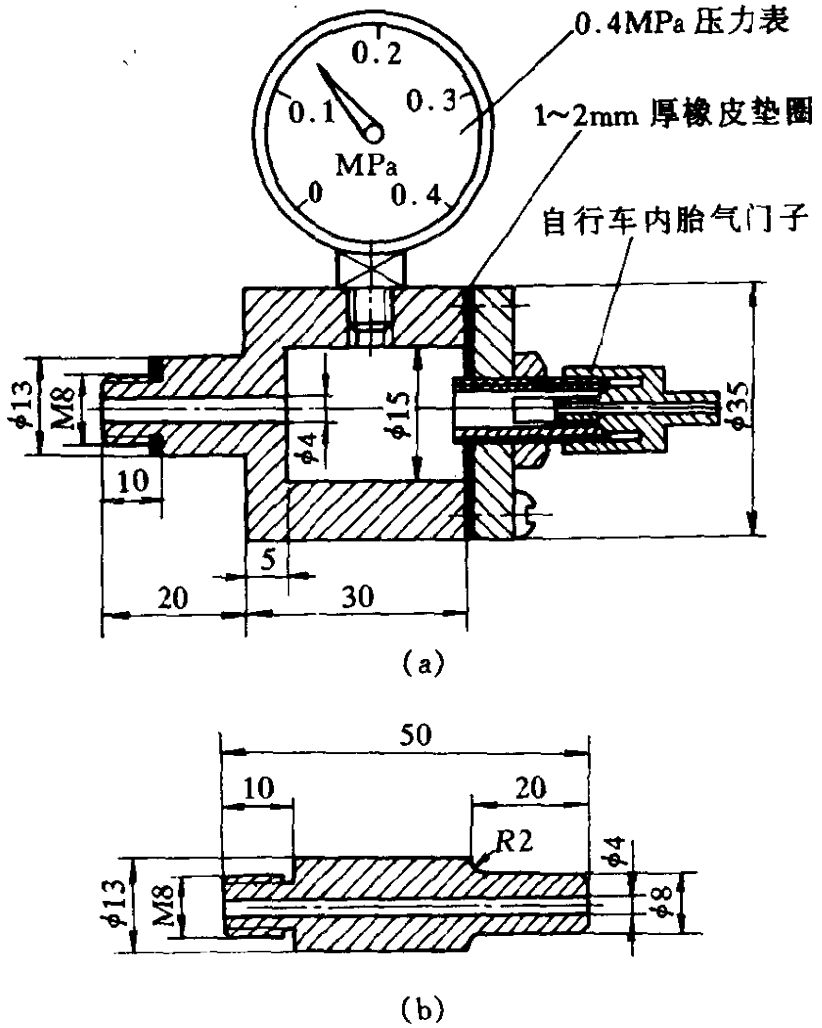


图 7-27　气压接头或小接头

(a) 气压接头；(b) 小接头

试验时，将气压接头的一端旋入密封室的加油螺孔内，另一端接上自行车用的打气筒，将小接头的一端接在电动机内部的加油螺孔内，另一端套上橡胶管或塑料管，并通入盛有水的容器内。打气时水中没有气泡冒出来。若有气泡冒出，说明机械密封的第二道密封漏气了。第一道密封如果漏气的话，则在电动机的出轴处有漏气现象，可将该处浸没在水中或滴一些机油来鉴别是否漏气。

(4) 防锈处理。潜水电动机在水中运行免不了要发生锈蚀，所以，应根据潜水电泵的表面腐蚀情况进行涂漆防锈处理。修理充水

式潜水电动机时，还应注意定子铁芯的防锈处理。可涂烘干型腰果铁红底漆二层再加腰果氨基烘漆一层，亦可涂气干型7511聚氨酯铁红底漆二层再加聚氨酯清漆一层。防锈处理的好坏，在很大程度上直接影响到充水式电动机的使用寿命。

四、潜水电泵的使用与维护

(1) 保持电缆线的完好。

① 潜水电动机的电缆线要浸入水中带电工作，而潜水电泵的工作地点经常变动，需要经常检查电缆线有无破损、破裂现象。对充油式电动机要注意电缆的出线处是否漏油，是否有“发胖”现象。若有上述现象，应及时更换电缆线，以免发生触电事故；

② 搬运电泵时，切忌利用电缆线来拖拉电泵，这样会造成电缆和电缆接头损坏，引起漏水或漏电事故；

③ 电缆线要避免接触油脂，以免老化龟裂。

(2) 使用前要用兆欧表检查潜水电动机的绝缘电阻，绝缘电阻值必须大于规定值，否则应及时维修。

(3) 配有专用保护开关的潜水电泵必须按使用说明书的要求配套使用，对潜水电泵进行有效的保护，否则，潜水电泵会失去保护作用，造成严重损坏。

(4) 判断潜水电泵的正确转向。潜水电泵在反转的情况下电流要比正向运转大，长期反转达不到使用要求，还会引起电泵绕组损坏和保护开关动作。在同样的工况条件下，出水量较大时，旋转方向是正确的。使用前也可在陆地上试车，用手试探电泵出水口的风量是否大，但在陆地上试车运行的时间不能超过1～2min。纠正旋转方向，只要切断电源，更换电缆线三根电源芯线中的任二根的接线即可。

(5) 潜水电泵不可陷入泥砂中运行，这样会影响潜水电泵散热、出水和机械密封的寿命。

(6) 潜水电泵的潜水深度以0.5～3m为宜。潜水深度太浅，

抽水时可能有部分气泡吸入，影响电泵的出水量及使用寿命。潜水深度太深，则机械密封承受的水压过大而容易漏水。

(7) 潜水电泵不宜频繁的开车、停车。

(8) 电泵在输送含土砂、杂物、或水泥水质后，必须放入清水中运行数分种，将泵清洗干净，以免造成流道堵塞。

(9) 检查电泵时必须切断电源。电泵突然不转或运行不正常时，一定要先切断电源后再进行检查。

(10) 定期修理。按电泵说明书的要求定期维护保养，内容包括换油和加油、检查泄漏量、检查叶轮、轴承等易损件是否完好等。

第五节　力矩异步电动机

力矩异步电动机是70年代发展起来的新型电动机，具有反转制动的电气性能，应用十分广泛。

一、结构特点

力矩异步电动机的定子部分与普通电动机相同。转子结构差异较大，有单、双笼转子和实心钢转子。其中单、双笼型转子力矩电动机常用于频繁起动和逆转的设备上；实心钢转子一般用于功率较小的电动机，它为非笼型结构，没有一般笼型转子可能有的断条问题，所以运行十分可靠，发展也很快。现在堵转转矩在200N·m左右的力矩电动机，也开始应用实心钢转子。

力矩异步电动机的特点是从接近同步速至接近堵转这么大的范围内，均能稳定运行，调速范围宽，且十分平滑，这是一般笼型转子电动机不具备(现在已有变频调速异步电动机，调速范围更宽，频率可调范围为0～200Hz，但控制器较复杂，价格也十分昂贵)的优点。

现有一种新型力矩电动机，其转子结构做成可调式。即转子本体由两部分组成，其有效部分为实心钢体，而调节力矩部分为叠片

铁心，叠片铁心用六角螺钉紧固于实心钢转子上形成一体。转子内孔制成键槽与转轴相连。转子铁心和转轴采用滑动配合，使转子本体可沿轴向滑动。

可调式转子力矩电动机的最大优点是：在调速过程中，不是像实心转子力矩电动机那样采用调压器，而是采用电动机本身转子的机械调节来达到改变电动机输出力矩的方法，可以在不增加调压设备的条件下，达到调节电动机力矩的大小，调节电动机的转速。

至于实心钢转子，是由一个钢质圆柱体或钢质圆筒组成，其结构简单坚固，制造方便，既省料又经济。

二、力矩电动机应用范围

力矩电动机广泛应用在纺织、印染、化纤、造纸、电线电缆、线材、带材等工业部门。凡是需要恒张力的控制设备均少不了力矩电动机。这在一定程度上取代了绕线型转子异步电动机、滑差电动机及直流串激电动机。对于有卷绕或开卷（放线）机构及平整机构的设备，其机构的机械特性曲线是一条双曲线，即低转速时需要较大的转矩，而高转速时却需要较低的转矩。因此，它要求驱动的电动机也要具有这种特性，才能更好地与负载匹配。图 7-28 中表示了负载与力矩电动机的机械特性示意图。打斜线的区域即是配合区域，随着电动机电压的调节，其配合区域可扩大到电动机额定转速直到临近堵转这个范围。

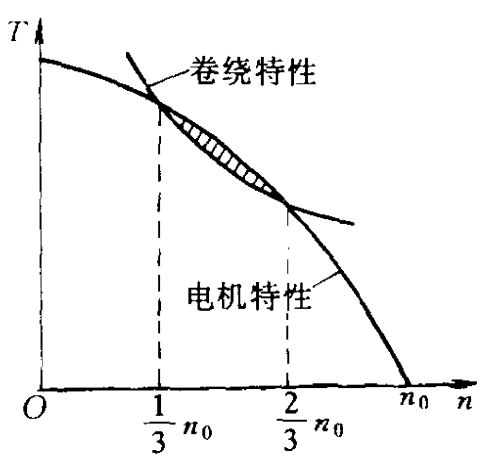


图 7-28　力矩电动机机械特性图

由于有了以上特点，力矩电动机能作为一种经常远离同步转速的中、低转速下运行的小型负载的拖动动力。

作为卷绕和松卷用的力矩电动机，以实心转子为好，这类电动机已被广泛应用于电影制片厂、玻璃行业、电线电缆、造纸等行业，作为电磁线、塑料及纸张的卷绕动力装置，效果相当好。在这类产品上，电动机转速大致在同步转速的 1/3～2/3 范围内，确保卷绕产品的线速度及张力不变。用来松卷、放线时，则是利用其本身运行的制动状态，从而避免了材料或产品开卷过程中的时松时紧现象，提高产品质量，这是绕线型转子异步电动机、滑差电动机及直流串激电动机不易做到的。力矩电动机的调速是通过调压或磁分路结构的机械调节方法来实现的。

当机械负载需要在一段时间内保持静止的张力、压力或力矩时，使用力矩电动机尤为适宜。如电线收卷的起始阶段需要张紧电线而不立即卷绕，如锻压机上大锻件的固紧，压铸件上的溶液加压，注塑机加压片刻等，均要求电动机输出某一合适的转矩，而电动机却处于实际停转状态。要满足这些要求，只有使用力矩电动机。力矩电动机允许的堵转时间(额定电压下)根据电动机容量的大小，一般为 2～20min 不等。容量越大，允许堵转的时间越短。电动机额定电压下的允许堵转时间，在电动机铭牌上注明，使用时应避免超过。

力矩电动机的容量以额定电压下的堵转力矩来表示，其单位是 N·m。目前，我国生产最多的力矩电动机为 JLJ 系列三相力矩异步电动机，其规格为 JLJ71-0.196-4 至 JLJ180-196-6 共 32 种规格。各数字的含义为：71、180 为机座号，中间还有 80、90、100、112、132、160 等几种；0.196 及 196 表示电动机在额定电压下的堵转转矩为 0.196N·m 和 196N·m；4、6 为电动机的极数。根据用户的要求，现在还有系列标准外的一些产品，如八极力矩电动机，输出转矩达 250N·m 的力矩电动机等。

随着基本系列 Y 系列电动机的设计定型，其他老型号派生电动机也逐渐向 Y 系列派生电动机靠拢。力矩电动机的新型号为 YLJ 系列。YLJ 系列的结构、性能、参数都优于 JLJ，符合 IEC 标

准。防护等级上也增加了 IP44(原型号为 IP23)。YLJ 系列电动机的应用将日趋广泛，并逐步替代 JLJ 系列电动机。

另外，实心转子力矩电动机的用途正在逐步扩大到各种用途的伺服执行机构，并作为自动控制系统中的伺服机构元件。在特高速运转的精密设备中，力矩电动机和中频电源构成特高速设备上的动力源。在国内某些微型轴承加工用的磨头上，使用的力矩电动机转速达 200000r/min 以上，其所以被选用，是因为其转子为整体铁心，动平衡性能好。这是笼型电动机、绕线型电动机所不能达到的。

三、力矩电动机的控制设备

力矩电动机在运转时，为了获得满意的转矩、转速，必须有调节电压的设备。力矩电动机需要堵转，电动机的冷却一般均靠冷风机冷却，其控制设备中包括独立的冷却风机电源控制、开关装置及自耦变压器等，可视电动机容量而定，如自耦变压器的选择可根据被控制力矩电动机的最大电流而定。

四、力矩电动机的常见故障及修理

1. 可调转子力矩电动机的转子不能沿轴键滑动

可调转子力矩电动机的转子不能沿轴键滑动，电动机就不能实现调速。造成这类故障的原因有：

(1) 制造公差控制不准。如果没有做到转子与轴之间的滑动配合，其故障在产品出厂前的检查中就会发现。这里仅指电动机转子的尺寸和轴的尺寸配合(理论上仍属滑动配合)，由于加工或工艺的原因(比如转子铁心的硅钢片用单模冲，使铁片叠压时，孔的同轴度、圆柱度不能达到标准要求)而造成隐患，当电动机运行日久，使隐患发展，或者是电动机的转子实心部分受高温影响，使叠片变形增大，造成和轴的配合公差不规则，致使转子不能沿轴键滑动，失去调节作用。

(2) 经常过载，电动机发热严重，转子部分发热更甚，造成转轴因过热而变形。例如轴产生弯曲或轴受热膨涨，使转子沿轴向滑动困难。

(3) 电动机较长时间停机时，由于保养不善，使轴、轴键及内六角螺钉锈蚀。当电动机再用时，滑动困难。

(4) 两端轴承损坏，造成气隙不均，定、转子相擦，转子不能沿轴向滑动。如果造成转子实心钢体与定子铁心不能全部对齐时，实心转子中的涡流与气隙磁场不能相互作用和产生力矩；或虽有相互作用，但其作用力不足以克服转子的摩擦阻力矩，电动机不能旋转。

解决故障的办法是：

(1) 将转子铁心内孔在镗床上进行精镗，使精镗后的孔与轴达到滑动配合。或将变形的轴先调直，然后上车床将铁心配合档精车，达到与转子内孔滑动配合。这两种加工，均须注意切削量要小，否则，会造成转子径向跳动变剧，同样会使电动机性能恶化。另外，加工铁心内孔或轴外径的表面粗糙度要小，尤其是叠片铁心内孔的粗糙度要小，避免硅钢片划伤轴表面。

(2) 如果弯曲的轴无法调直(弯曲过度)，则应更换新轴。

(3) 若经常过载，应调整负荷，并将因负载过大造成的缺陷，例轴弯曲，进行修整。

(4) 更换损坏的轴承。

2. 力矩电动机起动困难或起动电流大

力矩电动机虽然允许运行过程中短时堵转，但也不希望电动机起动过程的时间太长或起动电流过大。事实上，使电动机起动困难或起动电流大，多数是由绕组故障引起，因此必须及时排除，以免酿成更严重的后果。起动困难及起动电流大的直接后果是电动机过热，使绝缘老化或绕组烧毁。力矩电动机起动困难等故障及排除办法见表 7-9。

表 7-9　力矩电动机起动困难等故障及排除方法

类别	故障原因	排除方法
起动困难或不能起动	转子断条且多达 1/7 以上	用断路器检查后修复或更换新转子
	定子绕组接线有错，如将△接成 Y	检查后按正确接线纠正
	定子绕组匝数多绕	检查后去掉多余匝数再嵌或重绕
	电动机扫膛	仔细检查，寻找直接原因，如属轴承磨损则应更换轴承；如属止口变形，则应校正和精车止口；如属转轴弯曲，则需校直或更换。多种原因同时存在时应同时修复
	经常过载运行	调节负载至正常值，且加以防范
	电源电压过低或三相不平衡	测量电压并加以调整，清除不平衡
	定子绕组局部有接错或接反	检查后按正确接法重接
	一相熔丝断或电动机一相引线断	查出后换上熔丝或焊好引线头
	被驱动的机械设备失修或有故障	加强维修，找出故障后修复
起动电流大	经常过载起动	调节负载至正常
	定、转子严重相擦	查出原因，调直轴或更换轴承，必要时车转子表面
	轴承损坏，转动不灵活	更换轴承及油脂
	定子线圈匝数少绕	补足线圈匝数或重绕
	嵌线时跨距小于设计值	起出线圈，按正确跨距再嵌线
	定子铁心松动或弹开度大	采取紧固措施压紧铁心
	被驱动的机械有卡住现象	检查后修复
	润滑脂干涸，阻力大	清洗轴承及轴承室，换上合格的油脂

3. 力矩电动机过热故障的排除

力矩电动机除了起动困难或起动电流大会引起过热外，还有

其他原因也会引起电动机过热。由于电动机转子电阻大，转子的发热十分剧烈。此时，如果没有良好的通风环境或原强迫通风装置发生故障，电动机的发热就变得更剧烈，严重时转子表面变色。电动机急剧变热引起绝缘的迅速老化，同时轴承也过热，对运行非常不利。另外，要防止人为原因引起的电动机过热。如风机随电动机同时关机，造成转子热量散发不出，影响电动机绝缘；电机过载运行等。

力矩电动机温度过高的原因及排除方法见表 7-10。

表 7-10　力矩电动机温升过高的原因及排除方法

电动机温升过高原因及后果	排　除　及　防　止　方　法
实心钢转子电阻大、发热快	加强冷却，改善通风或减载运行
铁心修理时用明火烧过，增大了涡流损耗	拆除旧线，尽量避免明火烧，铁心浸漆处理
修理时锉槽	清除引起铁心短路的毛刺、铁屑，铁心浸漆处理
更换绕组时，线圈匝数少绕，引起空载电流增大	更换新线圈，按规定匝数重绕
嵌线时节距少跨 1～2 槽	加热起出旧线圈，按规定跨距重新嵌线
更换线圈时，所用导线线径小于设计值，使电流密度增大	改用合适线径的导线重绕
更换线圈时，线圈几何尺寸比原来大，尤其端部加长，使绕组直流电阻增加	拆除旧线圈，按规定几何尺寸重绕
更换线圈时，线圈绕制不规则，松散不齐	通过预热浸漆和烘干，使线圈粘结成一体，改善散热效果，严重松乱不齐应重换线圈
冷风机风叶装反，或冷风机未开，或冷风机已坏	检查后，对风叶装反的应纠正，风机坏了的应修复，风机未开的应接通，使力矩电动机冷却良好

（续表）

电动机温升过高原因及后果	排 除 及 防 止 方 法
冷风机选型不对，或容量过小，冷却效果差	重新选型后改换
产品变更时，未调整电压，使力矩不适应负载需要	加强管理，及时调整电压
轴承装配不当，转动不灵活	按正确办法装配
轴承严重磨损，使电动机过热	更换轴承，加强维护
轴承润滑脂装填过多，或型号不对	除去多余的润滑脂，改用适型油脂
润滑脂干涸未及时更换而过热	清除旧油脂，换上新油脂
被拖动机械失修，阻力加大	加强被拖机械的修理、保养
电动机经常过载，或电动机选型不当	对过载运行的电动机应采取措施降低负载；选型不当的应重新正确选型
电源电压过高或过低	测量电源电压，将其调至适合值
环境温度过高	设法降低运行电动机的环境温度，适当增加通风设施，如室内开窗，增设降温风扇等
单笼型或实心转子型力矩电动机频繁起动次数过多	制定正解操作规程，适当降低起动次数

五、力矩电动机的日常维护及保养

（1）由于笼形转子力矩电动机长期运行在低速和堵转状态，转子笼条电流较大。因此，日常检查及维护应注意转子笼条有无开裂，如有开裂，应及时补焊。

（2）由于力矩电动机的调速采用调压来完成，因此，在日常维护中应注意电压的调整。尤其是更换负载时，应根据负载的特点，调整好电压，避免在电压过高或过低状态下运行。必要时，要检查调压器工作是否正常。

（3）随时检查风机，使风机处于正常工作状态。

第八章　电动机检修质量要求及检查试验

第一节　电动机检修的质量要求

为了使修理后的电动机可靠运转，应进一步提高电动机的修理质量。下面以拆除旧线圈重新嵌线的过程为例，提出电动机修理各工序的质量要求，以供修理参考。

一、拆除旧线圈和清理铁心工作的质量要求

（1）拆除旧线圈一般都采用加热铁心使绝缘软化的办法即把铁心放在烘炉内加热，温度控制在200℃左右；但绝大部分修理工场采用火烧的办法，把绝缘烧掉。操作时，加热要均匀，以避免铁心变形及导磁性能变坏（用火烧的办法，铁心的导磁性能略差）。

（2）拆线圈时不可用力过猛，以防将铁心两端齿压板碰弯，槽口变形，甚至碰掉齿压板，从而使铁心弹开度增大；特别是用烘炉加热的旧定子，随着温度下降，拆除困难，上述情况更易发生，需特别注意。

（3）线圈拆除后，定子铁心根内的绝缘残余要用专用铁铲清理干净。但须防止片间形成短路，不许锉大槽口，以免铁损增加。用火烧绝缘，可不用铁铲清理绝缘残余，仅气泵吹清即可。

二、绕制线圈的质量要求

（1）须采用经检验合格的电磁线。其规格、牌号应符合原设计要求。绕制过程中应保持电磁线绝缘完好，无损伤。

（2）绕制的线圈匝数应正确，不可擅自变更线圈的匝数。如电

动机需要改制，需经过计算来确定线圈的合理匝数，否则，会导致电动机性能变坏。

(3) 绕制的线圈，导线排列应整齐，线圈各部分的尺寸应符合原始记录要求。必要时应先绕一只线圈试嵌，尺寸合适后，继续绕制。

(4) 绕制线圈时，导线的拉力应符合要求，拉力过大会使导线绝缘受损伤(尤其是漆包导线)；拉力过小或不匀，会使线圈松弛，线匝排列不整齐，造成嵌线困难。

(5) 不要轻易改变电动机原来的绕组型式。如把某些单双层混合绕组盲目改绕成单层交叉式绕组等，电动机将达不到原来的设计性能指标。

(6) 线圈的跨距不宜改变。增大跨距，即浪费铜线，也不利于起动；减小跨距，不仅会造成电动机空载电流、起动电流增大，而且会使电动机温升增高。

三、定子线圈嵌线质量要求

(1) 嵌线前应彻底检查电动机内外的清洁度。要清除铁心槽内的旧绝缘、灰尘及其他异物，铁心无毛刺、无锈迹，保持干燥；冲片无歪斜倒伏现象；齿压板完整、无开焊现象。铁心槽内旧绝缘不清除干净，会使槽满率增大。冲片有毛刺、歪斜会损伤绝缘，造成匝间短路、对地击穿等。

(2) 根绝缘的材质、层数和尺寸应符合要求。不可降低绝缘等级，两端伸出铁心的长度要均匀，端部的相间绝缘垫不可垫偏。双层线圈不可漏垫层间绝缘，也不可垫偏。层间绝缘长度与导线直线边长度应一致。

根绝缘包合要严密，不可露缝隙，无破损。

(3) 嵌线时，不可用力过猛，不能用金属硬物砸线，使线圈绝缘遭受损伤。不可用铁质制造的理线板，散嵌绕组的线圈嵌入槽内，要用理线板将各匝理顺，不可交叉。

(4) 采用的槽楔，其形状、材质、厚度、长度要符合要求，槽楔与根的配合要紧密，不松动。根楔伸出铁心两端的长度应相等，根楔不可高出铁心表面。

(5) 线圈端部整形要求是，喇叭口形状要正确(不宜过大或过小)，线匝排列要均匀，整洁无油垢和其他脏物。

(6) 需带测温元件的电动机，元件的直流电阻及材质要符合要求，其数量及埋设的位置亦要正确无误。

(7) 端部绑扎应按原电动机要求绑扎，绑扎要整齐牢靠。

四、定子绕组接线质量要求

(1) 散嵌绕组的连接线间焊接要牢固，套管排列要整齐，绝缘良好。

(2) 绕组极相组之间的连结要正确，不要擅自改变绕组的并联路数。

(3) 引出线长度要符合图线或原始记录要求，不可过长或过短，引出线位置亦应符合图纸要求。引出线编号清楚、正确，字迹清晰，符合规格要求。

引出线的材质也应符合图纸要求或和电动机修理前用的材质保持一致。

(4) 线圈、连接线、引出线要绑扎牢靠、美观。

五、转子线圈嵌线、焊接及绑扎质量要求

(1) 嵌线前，槽内应清理干净。转子铁心无毛刺、无锈迹，冲片无歪斜、齿压板完整，无歪例、脱焊现象。

(2) 槽绝缘和垫条的安放要正确。其规格、尺寸、绝缘等级要符合图纸要求，伸出铁心两端长度应相等。

(3) 软绕组嵌线时与定子嵌线要求相同，嵌线后的绝缘包合要正确，有一定重叠长度，不许露出导线。

(4) 打入的槽楔应紧固、完整，不许有损伤，用手钳拉不动。

(5) 相间绝缘安放位置正确，端部绑扎牢固，绕组外圆应低于铁心外径。

(6) 连线间、引出线的焊接要可靠。焊头无毛刺，焊后导线绝缘不受损伤。

引出线电缆的规格、长度应符合图纸要求，焊接处的绝缘包扎应平整，并用套管裹住。

(7) 采用无纬带绑扎线圈端部，要绑扎的层数和位置正确。绑扎表面应光滑、平整、无波浪形。固化后形成坚固整体。用小手锤敲击无纬带绑箍时，应发生金属声，绑扎箍的边缘无散丝现象。

(8) 转子校平衡后的平衡块固定要牢固，位置要正确。

六、对笼形转子的修理质量要求

(1) 转子压入转轴时，位置要正确，转子与轴固定要牢靠。

(2) 铜条与根配合要紧密，无拉动现象，铜条与端环焊接要良好，无虚焊现象。

七、轴颈修理的质量要求

经过修理过的转子，尤其是笼形转子，在把轴压出时，转轴的轴颈可能有刮伤、弯曲等，故必须细心地对轴颈进行修整。经修理后的轴颈应是光滑的表面，无刮伤、锈迹、弯曲、划痕等缺陷，且轴颈的尺寸和椭圆度应在允许的偏差之内。

八、电动机浸漆烘干质量要求

(1) 电动机浸漆前，要将电动机清理干净。无残余旧绝缘、焊渣、油渍、脏污等。然后在电动机不需要浸漆的部位(如止口、铁心内外圆表面、引接线外表面等处)涂上硅脂脱漆剂。

(2) 根据选择不同的浸漆和烘干方式，确定不同的工艺方法，要严格按工艺规程进行操作。

(3) 浸漆时必须将线圈、绝缘零部件以及需要浸漆的部位浸

透，使漆充分填入线圈的空隙及绝缘的毛细管内。漆层要均匀、光滑，无漆瘤。

（4）电动机经浸漆烘干后，要及时清理残漆。尤其是止口、铁心内外圆表面、引接线外表面等处要迅速清理。

（5）电动机烘烤时间、温度应严格按工艺规格进行。当绝缘电阻稳定后，才可停止烘烤（此时，可认为已经烘干）。经烘干的低压电动机绕组，在炉内的绝缘电阻值不低于5MΩ。绝缘吸收比（R_{60}/R_{15}）应大于1.3。R_{60}与R_{15}分别是用兆欧表测量60s及15s时所得到的绝缘电阻值。

九、电动机装配质量要求

（1）电动机装配前，各零部件均应检查合格，电动机转子的各种零件应固定良好，电动机的轴承要完好，转动灵活。

（2）检查装配部位是否有影响装配质量的残漆、灰尘及铁屑等，检查各配合表面如止口、螺孔、销钉孔等是否有毛口、碰伤。要求清洗所有零部件，无油垢、无铁屑及其他杂物。

（3）装配时，定转子的中心线应对齐。不应在装配过程中发生定转子碰擦，特别是绕组端部发生撞击。通风孔内无杂物堵塞。铁心表面无锈蚀及油漆。电动机内部无异物。

（4）电动机引出线电缆的规格长度要符合规定。绝缘要良好、接线头与铜接头的连接更应可靠，手用力拉时，不会脱落。接线板不破裂、无油污。

（5）电动机测温屏蔽线要可靠地固定，不悬空，不折断。

（6）电动机装配用的螺栓、垫圈规格应一致，且符合要求（长度、材质）。所有螺栓均要旋紧，且各螺栓间松紧一致。

（7）电动机装配结束，用工具或手转动转子时，定转子间应无相擦的声音，转子转动灵活。

（8）不可漏装零件。

第二节　电动机的检查试验

电动机在修理过程中及修理结束后，都要进行必要的检查试验，以保证修理后的电动机能可靠地运行。

一、电动机直流电阻检测及合格要求

电动机直流电阻测量一般用电桥进行。电阻值小于1Ω的用双臂电桥，电阻值大于1Ω的用单臂电桥。直流电阻一般在冷状态下测量，合格要求如下：

(1) 三相电阻与其平均值的最大相对误差应小于2%。

(2) 同规格的电动机，在同一温度下测得的三相电阻值之间的误差不大于5%。在不同温度下测得的电阻值可通过下式换算成同一温度下的电阻值

$$R_2 = \frac{K + t_2}{K + t_1} R_1, \tag{8-1}$$

式中：R_2 为换算成温度为 t_2 时的直流电阻(Ω)；R_1 为温度为 t_1 时的直流电阻(Ω)；K 为常数，对铜取235，对铝取228。

(3) 绕组的直流电阻应在实际冷状态下测量。此时，机温与周围环境的温度不大于3℃。

二、电动机绝缘电阻的测试及合格要求

电动机的绝缘电阻用兆欧表测试，对于修理结束的电动机，需同时检测相间与相地间的冷态绝缘电阻值，不同额定电压的电动机源选用不同规格的兆欧表测量。对于额定电压在500V以下的电动机，采用电压为500V的兆欧表；电动机额定电压在500～3000V时，采用电压为1000V的兆欧表；电动机额定电压在3000V以上时，采用电压为2500V的兆欧表。

经过重绕或电动机解体进行干燥过的绕组绝缘电阻值，按标

准要求，在热状态(75℃)时，应不低于通过下式计算得到的数值

$$R_{75}=\frac{U_N}{1000+\frac{P_N}{100}}\ (M\Omega), \tag{8-2}$$

式中：U_N 为电动机的额定电压(V)；P_N 为电动机的额定功率(kW)。

冷态时，电动机的绝缘电阻应比上值大得多，表 8-1 列出了不同温度下绕组的绝缘电阻最小值。

表 8-1　绕组在不同温度下的绝缘电阻值

t(℃)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
R_t(MΩ)	69	47	34	24	17	12	8.6	6	4.3

三、转子开路电压的测定及合格要求

转子开路电压的测定是仅对绕线转子而言的。测定时，转子静止不动，转子绕组开路，在定子绕组上施以额定电压，在转子集电环间测量各线间电压。额定电压在 500V 以上的电动机，施于定子绕组上的电压可适当降低。

测得的转子开路电压应不超过铭牌规定数值的±5%。三相绕组间的线电压的误差应不大于 2%。

四、空载检查及合格要求

1. 空载检查

电动机经检修或绕组重绕修复后，必须做空载检查试验。其目的是通过电动机空载转动，检查电动机起动性能、电动机振动和噪声情况、轴承和集电环运转状态以及电动机的装配质量。

空载试验是在电动机的定子绕组上施加三相平衡电压。不带负载而使电动机空转，以测量电动机的空载电流及空载损耗，测量电动机的振动或噪声。试验电压应是额定值。当电动机功率较大，

起动电流也较大，而工场试验电流容量较小，则可降低电压。但最低不宜低于 1/2 额定电压。如果被试电动机有故障，可以使故障产生的危害减小到最低程度。

空载检查时，电动机可在额定电压下直接起动，只要试验电源的容量足够大(一般电动机容量小于试验设备容量的 25%)。空载检查的时间与电动机的容量及周围环境温度有关。如环境温度很低，则应延长一些空转时间，使轴承内润滑脂粘度下降，滚动体和滚道上有均匀的油膜，减少空转时的磨擦损耗。

电动机空转试验的时间与电动机容量的关系可参照表 8-2。

表 8-2　空载时间与电动机容量的关系

电动机容量(kW)	10 以下	10～100	100 以上
空转时间(min)	10～15	15～30	20～60

2. 空转检查的合格要求

(1) 电动机起动性能。电动机在额定电压下能直接起动，并达到额定的空载运转转速(一般接近同步速，此时转差很小)。但这是电动机最起码的要求，它还不足以表明电动机的起动性能是良好的，因为它还不能保证电动机能满载顺利起动。这当然是由于负载阻力矩比空载阻力矩大得多，当负载阻力矩大于电动机的最小转矩时，电动机就不能顺利起动。因此，在检查中还得采用降压空转起动的办法来检查。

降压空载起动的电压究竟多少为适当?经验表明，额定电压为 380V 的电动机，降压空载起动时的电压以 80V 为宜。如果这时电动机能顺利起动，则说明电动机的起动性能是良好的。反之，电动机被锁在低速下运转，或根本不起动，则说明电动机起动性能不好。如碰到这种情况，最好还是直接拖负载来决定电动机能否使用。

采用降压空载起动时，须注意以下几点：

① 电动机应先空转一段时间，否则，将因摩擦损耗很大而影

响试验效果；

② 当电动机在80V低压下不能起动时，应先检查电动机的装配质量。检查无问题后，电动机在低压下仍不能起动，才可断定电动机的起动性能有问题。

(2) 电动机的空载性能。在电动机的检查试验和型式试验中都必须做空载性能试验。试验的目的是确定电动机的铁损耗和机械损耗，并检查空载电流 I_0 值的大小及其三相平衡度；验证重绕计算后磁路的合理性，检查气隙、绕组参数和铁心质量是否正常。

为了试验正确，要求试验电压稳定，三相电压对称，电压波形畸变率小于10%。频率稳定，实际频率与额定频率相差不超过±1%。

测定空转数据之前，应使电动机空转一段时间，待电动机机械损耗稳定下来后再测数据。测试结果应满足：

① 三相空载电流平衡。由于三相电源和三相绕组不能完全对称，所以三相空载电流不会绝对平衡。但三相电流与三相空载电流平均值的偏差，不得大于三相空载电流平均值的±10%，否则，则认为三相空载电流不平衡。

造成电动机三相空载电流不平衡的原因：可能是三相电压不平衡，也可能由电动机本身缺陷所致。三相空载电流不平衡可通过更换相序来判断。如更换相序后，各相空载电流的不平衡程度发生变化，并与电源相序有关，则说明三相电流不平衡是由电源不平衡造成。否则，则是电动机本身缺陷所致。

电动机缺陷造成空载电流不平衡的原因是气隙不匀，绕组接错线、线圈组分配不均、每只线圈匝数不正确、磁路不对称、铁心局部短路、绕组有故障等。须对电动机重新检查。

② 空载电流值符合要求，空载电流大小决定于电动机的容量、极数和型式。电动机容量越大，极数越小，空载电流与额定电流的比值也越小。表8-3表示了电动机空载电流与额定电流百分比的范围。

表 8-3　电动机空载电流占额定电流的百分比

功率 / 极数	<0.125 kW	0.125～0.55kW	0.55～2.2kW	2.2～10kW	10～55kW	55～125kW
2	70～95	50～70	40～55	30～45	23～35	18～30
4	80～96	65～85	45～60	35～55	25～40	20～30
6	85～97	70～90	50～65	35～65	30～45	22～33
8	90～98	75～90	50～70	37～70	35～50	25～35

③ 空载损耗符合要求。空载损耗与额定功率的比值，通常在3%～10%左右。对于同规格电动机，空载损耗值的波动范围是5%～20%。

为了保证电动机的效率与功率因数合格，电动机的空载损耗和空载电流不能超过允许值。

(3) 电动机的振动检查。检查目的是考核电动机的装配质量、转子的平衡质量和轴承的装配质量。

电动机的振动检查应按电动机振动测定方法的规定进行，且应在额定电压和额定转速状态下进行。为了测出振动值的大小，需用测振仪。对于中心高 45～630mm、转速 600～3600r/min 的单台电动机，空载时的振动限值应符合表 8-4 的规定。

表 8-4　单台电动机空载时的振动限值

安装方式	弹性						刚性	
机座号	45～132		132～225		225～400		400～630	
转速(r/min)	600～1800	1800～3600	600～1800	1800～3600	600～1800	1800～3600	600～1800	1800～3600
振动等级	振动速度有效值(mm/s)							
N	1.8		2.8		4.5		2.8	
R	0.71	1.12	1.12	1.8	1.8	2.8	1.12	1.8
S	0.45	0.71	0.71	1.12	1.12	1.8	0.71	1.12

注：表中 N 为普通级，R 为一级，S 为优级。无特殊规定，应符合 N 级要求。

(4) 电动机的噪声检查。电动机的噪声测定也是在额定电压和额定转速状态下进行。各种型号的电动机的噪声均须满足其技术条件的规定。

电动机噪声可分为通风噪声、机械噪声和电磁噪声，下面将简单介绍各种噪声的鉴别，以帮助修理者能找出噪声源，并设法改进。

① 通风噪声的鉴别。通风噪声通常比较稳定。一般是转速不变，其噪声强度也不变，且在进风口和风扇附近最响。因此，可以改变测量噪声的位置来进行鉴别；其次，可堵掉出风口，若此时噪声明显下降，则说明电动机噪声以通风噪声为主。改进的办法是选用外径和型式不同的风扇，通过试验来确定选用合适的风扇。

② 机械噪声的鉴别。机械噪声不太稳定，时高时低。通常是由装配质量不高、转子不平衡、轴承质量不佳等原因造成。

③ 电磁噪声的鉴别。电磁噪声随磁场的强弱而改变。因此，常采用突然断电法，改变电压值来鉴别电磁噪声。采用突然断电法时，磁场突然失去，但由于机械惯性，电动机转速几无改变，风噪声、机械噪声不会突变；如电动机噪声消失或显著降低，此噪声即是电磁噪声。改变电压法是降低电动机的外施电压，电动机磁场随之减弱，若此时电动机噪声降低，此噪声则是电磁噪声。引起电磁噪声的原因是：磁场过于饱和(磁密过高)，铁心松弛，绕组不对称等。

(5) 轴承的检查。电动机空转时，轴承不应有甩油、发热(温度较高)、噪声大等缺陷。造成甩油的原因是：润滑油脂选择不当，润滑油填充过多，轴承温度过高等。轴承温度过高是由轴承装配不良、油脂填充过多引起。轴承噪声则是由轴承本身精度，游隙不合格，或轴承本身存在故障引起；轴承装配不当，配合尺寸不合理也会引起轴承噪声。

五、堵载试验及合格要求

1. 堵载试验

电动机修理常用两种堵载试验方法，一种为定电压测量法，另一种为定电流测量法。

定电压测量是将转子短路堵住不转，定子施以对称的低电压（低电压大小按电动机额定电压值来选择，见表 8-5），并测取短路电流 I_k 和短路损耗 P_k。

表 8-5　堵转电压选择表

额定电压(V)	220	380	660	3000	6000
堵转电压(V)	60	100	170	800	1400

定电流测量法也是将转子短路堵住不转，定子施以三相对称低电压，然后逐渐升压，当定子电流达到额定值时，停止外压，测取此时的电压 U_k 及短路损耗 P_k，U_k 数值不应超过表 8-6 规定。

表 8-6　定电流法短路电压范围

电动机容量(kW)	0.6～1.0	1.0～7.5	7.5～13	13～50	50～125
正常短路电压值(V)	90	85～75	75	75～70	70～65

2. 堵转试验的合格要求

用定电压法测量，其结果应满足：

（1）三相短路电流 I_k 平衡。按试验标准要求，三相短路电流与其平均值的最大相对误差不超过 3%～4%。造成 I_k 不平衡的原因可能是定子绕组三相不对称（有匝间短路、接错线等），转子笼条缺陷（断条）等。只要仔细检查，可以找出故障原因。

（2）三相短路电流 I_k 不能比正常值过大或过小。I_k 过大，是由定转子电抗和电阻减小造成。其直接原因有：定转子铁心安装时未对齐；定子绕组匝数减少或跨矩偏小；修理过程中将根口锉大或将铁心锉短路；有效气隙增大等。

I_k 过小，是由定转子阻抗增大所引起。其直接原因有：铸铝转子笼条有缺陷（断痕甚至断裂）；铝条中杂质多或牌号不对；铜笼焊

接不良，使转子电阻增大等。

(3) P_k 过大或过小。P_k 过大，表示转子电阻过大，意味着笼条有缩孔、裂痕，开焊等缺陷。P_k 过小，表示转子电抗增大，将引起起动性能变差。

用定电流法测量，U_k 应符合表 8-6 之规定。当 U_k 大于表面规定数值较多时，说明匝数过多，与之相应的空载电流变小，起动性能变差。当 U_k 小于表内规定数值较多时，说明匝数过多，空载电流相应变大，电动机效率、功率因数降低，起动电流增加，电动机发热。

六、耐压试验

耐压试验应分别在嵌线、并头、总装后进行，也可在检查试验时做(标准中规定)。

如采用成型硬绕组，单个线圈也须做耐压试验。

耐压试验是在工频电压下进行，定子绕组全部重绕，各阶段的试验电压值见表 8-7。试验主要考核绕组对机壳及绕组相互间绝缘介电强度。试验时，电压从 1/3～1/2 试验电压全值开始，慢慢调节至全值，并保持 1min，并不发生击穿为合格。

表 8-7　定子绕组重绕耐压试验电压

试验阶段	嵌线后	并头后	总装后
试验电压(V)	$2.5U_N+2500$	$2U_N+2000$	$2U_N+1000$，最低为 1500V

注：本表仅对 1000kW 以下，电压高于 36V 的电动机有效。

如果在电动机修理过程中，没有更换线圈，仅作清扫和干燥处理，其工频耐压试验电压(对低压散嵌绕组)为 1000V，不击穿为合格。

七、匝间耐压试验

试验标准中对电动机的匝间耐压试验已另有规定。但对修理

附录一　三相异步电动机技术数据

附表 1-1　Y 系列(IP44)小型三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
Y801-2	0.75	1.8	2830	75	0.84	7	2.2	2.2	65	0.3	120	67	111	1	1-0.63	单层交叉	1-9,2-10	18/16	0.00075	16
Y802-2	1.1	2.5	2830	77	0.86	7	2.2	2.2	80	0.3	120	67	90	1	1-0.71		11-18	18/16	0.00090	17
Y801-4	0.55	1.5	1390	73	0.76	6.5	2.2	2.2	65	0.25	120	75	128	1	1-0.56	单层链式	1-6	24/22	0.0018	17
Y802-4	0.75	2.0	1390	74.5	0.76	6.5	2.2	2.2	80	0.25	120	75	103	1	1-0.63			24/22	0.0021	18
Y90S-2	1.5	3.4	2840	78	0.85	7	2.2	2.2	85	0.35	130	72	74	1	1-0.8	单层交叉	1-9,2-10	18/16	0.0012	22
Y90L-2	2.2	4.7	2840	82	0.86	7	2.2	2.2	110	0.35	130	72	58	1	1-0.95		11-18	18/16	0.0014	25
Y90S-4	1.1	2.8	1400	78	0.78	6.5	2.2	2.2	90	0.25	130	80	81	1	1-0.71	单层链式	1-6	24/22	0.0021	22
Y90L-4	1.5	3.7	1400	79	0.79	6.5	2.2	2.2	120	0.25	130	80	63	1	1-0.8			24/22	0.0027	27
Y90S-6	0.75	2.3	910	72.5	0.70	6	2.0	2.0	100	0.25	130	86	77	1	1-0.67			36/33	0.0029	23
Y90L-6	1.1	3.2	910	73.5	0.72	6	2.0	2.0	125	0.25	130	86	60	1	1-0.75			36/33	0.0035	25
Y100L-2	3.0	6.4	2870	82	0.87	6	2.0	2.0	100	0.4	155	94	40	1	1-1.18	单层同心	1-12,2-11	24/20	0.0029	33

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
$Y100L_1$-4	2.2	5.0	1430	81	0.82	7	2.2	2.2	105	0.3	155	98	41	1	2-0.71	单层交叉	1-9,2-10	36/32	0.0054	34
$Y100L_2$-4	3.0	6.8	1430	82.5	0.81	7	2.2	2.2	135	0.3	155	98	31	1	1-1.18		11-18	36/32	0.0067	35
Y100L-6	1.5	4.0	940	77.5	0.74	6	2.0	2.0	100	0.25	155	106	53	1	1-0.85	单层链式	1-6	36/33	0.0069	33
Y112M-2	4.0	8.2	2890	85.5	0.87	7	2.2	2.2	105	0.45	175	98	48	1	1-1.06	单层同心	1-16,2-15 3-14,1-14 2-13	30/26	0.0055	45
Y112M-4	4.0	8.8	1440	84.5	0.82	7	2.2	2.2	135	0.3	175	110	46	1	1-1.06	单层交叉	1-9,2-10 11-18	36/32	0.0095	43
Y112M-6	2.2	5.6	940	80.5	0.74	6	2.0	2.0	110	0.3	175	120	44	1	1-1.06	单层链式	1-6	36/33	0.0138	45
$Y132S_1$-2	5.5	11	2900	85.5	0.88	7	2.0	2.2	105	0.55	210	116	44	1	1-0.9 1-0.95	单层同心	1-16 2-15 3-14	30/26	0.0109	64
$Y132S_2$-2	7.5	15	2900	86.2	0.88	7	2.0	2.2	125	0.55	210	116	37	1	1-1.0 1-1.06		1-14 2-13	30/26	0.0126	70
Y132S-4	5.5	12	1440	85.5	0.84	7	2.2	2.2	115	0.4	210	136	47	1	1-0.9 1-0.95	单层交叉	1-9 2-10	36/32	0.0214	68
Y132M-4	7.5	15	1440	87	0.85	7	2.2	2.2	160	0.4	210	136	35	1	2-1.06		11-18	36/32	0.0296	81

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流倍	堵转转矩/额定转矩倍	最大转矩/额定转矩倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
Y132S-6	3.0	7.2	960	88	0.76	6.5	2.0	2.0	110	0.35	210	148	38	1	1-0.85 1-0.9	单层链式	1-6	36/33	0.0286	63
Y132M$_1$-6	4.0	9.4	960	84	0.77	6.5	2.0	2.0	140	0.35	210	148	52	1	1-1.06			36/33	0.0357	73
Y132M$_2$-6	5.5	13	960	85.3	0.78	6.5	2.0	2.0	180	0.35	210	148	42	1	1-1.25			36/33	0.0449	84
Y132S-8	2.2	5.8	710	81	0.71	5.5	2.0	2.0	110	0.35	210	148	38	1	1-1.12			48/44	0.0314	63
Y132M-8	3.0	7.7	710	82	0.72	5.5	2.0	2.0	140	0.35	210	148	30	1	1-1.30			48/44	0.0395	79
Y160M$_1$-2	11	22	2930	87.2	0.88	7	2.0	2.2	125	0.65	260	150	28	1	2-1.18 1-1.25	单层同心	1-16 2-15	30/26	0.0377	117
Y160M$_2$-2	15	29	2930	88.2	0.88	7	2.0	2.2	155	0.65	260	150	23	1	2-1.12 2-1.18		3-14 1-14	30/26	0.0449	125
Y160L-2	18.5	36	2930	89	0.89	7	2.0	2.2	195	0.65	260	150	19	1	3-1.12 2-1.18		2-13	30/26	0.0550	147
Y160L-4	11	23	1460	88	0.84	7	2.2	2.2	155	0.5	260	170	56	2	1-1.30	单层交叉	1-9	36/26	0.0747	123
Y160L-4	15	30	1460	88.5	0.85	7	2.2	2.2	195	0.5	260	170	22	1	2-1.25 1-1.18		2-10 11-18	36/26	0.0918	144

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
Y160M-6	7.5	17	970	86	0.78	6.5	2.0	2.0	145	0.4	260	180	38	1	2-1.12	单层链式	1-6	36/33	0.0881	119
Y160L-6	11	25	970	87	0.78	6.5	2.0	2.0	195	0.4	260	180	28	1	4-0.95			36/33	0.116	147
Y160M$_1$-8	4.0	9.9	720	84	0.73	6	2.0	2.0	110	0.4	260	180	49	1	1-1.25	单层链式	1-6	48/44	0.0753	118
Y160M$_2$-8	5.5	13	720	85	0.74	6	2.0	2.0	145	0.4	260	180	39	1	2-1.0			48/44	0.9311	119
Y160L-8	7.5	18	720	86	0.75	5.5	2.0	2.0	195	0.4	260	180	30	1	1-1.12 1-1.18			48/44	0.126	145
Y180M-2	22	42	2940	89	0.89	7	2.0	2.2	175	0.8	290	160	16	1	2-1.3 2-1.4	双层叠式	1-14	36/28	0.075	180
Y180M-4	18.5	36	1470	91	0.86	7	2.0	2.2	190	0.55	290	187	32	2	2-1.18		1-11	48/44	0.139	182
Y180L-4	22	43	1470	91.5	0.86	7	2.0	2.2	220	0.55	290	187	28	2	2-1.3			48/44	0.158	190
Y180L-6	15	31	970	89.5	0.81	6.5	1.8	2.0	200	0.45	290	205	34	2	1-1.5		1-9	54/44	0.207	195
Y180L-8	11	25	730	86.5	0.77	6	1.7	2.0	200	0.45	290	205	46	2	2-0.9		1-7	54/58	0.203	184
Y200L$_1$-2	30	57	2950	90	0.89	7	2.0	2.2	180	1.0	327	182	28	2	2-1.12 2-1.18		1-14	36/28	0.124	240

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
$Y200L_2$-2	37	70	2950	90.5	0.89	7	2.0	2.2	210	1.0	327	182	24	2	1-1.4 2-1.5	双层叠式	1-14	36/28	0.139	255
Y200L-4	30	57	1470	92.2	0.87	7	2.0	2.2	230	0.65	327	210	48	4	1-1.06 1-1.12		1-11	48/44	0.262	270
$Y200L_1$-6	18.5	38	970	89.8	0.83	6.5	1.8	2.0	195	0.5	327	230	32	2	1-1.12 1-1.18		1-9	54/44	0.315	220
$Y200L_2$-6	22	45	970	90.2	0.83	6.5	1.8	2.0	220	0.5	327	230	28	2	2-1.25			54/44	0.360	250
Y200L-8	15	34	730	88	0.76	6	1.8	2.0	195	0.5	327	230	38	2	1-1.06 1-1.12		1-7	54/58	0.339	250
Y225M-2	45	84	2970	91.5	0.89	7	2.0	2.2	210	1.1	368	210	22	2	3-1.4 1-1.5		1-14	36/28	0.238	309
Y225S-4	37	70	1480	91.8	0.87	7	1.9	2.2	200	0.7	368	245	46	4	2-1.25		1-12	48/44	0.406	284
Y225M-4	45	84	1480	92.3	0.88	7	1.9	2.2	235	0.7	368	245	40	4	1-1.30 1-1.40		1-12	48/44	0.469	320

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
Y225M-6	30	60	980	90.2	0.85	6.5	1.7	2.0	210	0.5	368	260	26	2	2-1.40 1-1.30	双层叠式	1-9	54/44	0.547	292
Y225S-8	18.5	41	730	89.5	0.76	6	1.7	2.0	170	0.5	368	260	38	2	2-1.40		1-7	54/58	0.491	266
Y225M-8	22	48	740	90	0.78	6	1.8	2.0	180	0.5	368	260	32	2	2-1.50			54/58	0.547	292
Y250M-2	55	103	2970	91.5	0.89	7	2.0	2.2	195	1.2	400	225	20	2	6-1.40		1-7	36/28	0.312	403
Y250M-4	55	103	1480	92.6	0.88	7	2.0	2.2	240	0.8	400	260	36	4	3-1.30		1-12	48/44	0.66	427
Y250M-6	37	72	980	90.8	0.86	6.5	1.8	2.0	225	0.55	400	285	28	3	1-1.12 2-1.18			48/44	0.834	408
Y250M-8	30	63	740	90.5	0.80	6	1.8	2.0	225	0.55	400	285	22	2	3-1.18		1-9	72/58	0.834	405
Y280S-2	75	140	2970	91.5	0.89	7	2.0	2.2	225	1.5	445	255	14	2	7-1.50		1-16	42/34	0.597	544
Y280M-2	90	167	2970	92	0.89	7	2.0	2.2	260	1.5	445	255	12	2	8-1.50			42/24	0.675	620
Y280S-4	75	140	1480	92.7	0.88	7	1.9	2.2	240	0.9	445	300	26	4	2-1.25 2-1.30		1-14	60/50	1.12	562
Y280M-4	90	164	1480	93.6	0.89	7	1.9	2.2	325	0.9	445	300	20	4	5-1.30		1-14	60/50	1.46	667

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数															
Y280S-6	45	85	980	92	0.87	6.5	1.8	2.0	215	0.65	445	325	26	3	2 1.30 1-1.40	双层叠式	1-12	72/58	1.39	536
Y280M-6	55	104	980	92	0.87	6.5	1.8	2.0	260	0.65	445	325	22	3	1-1.40 2-1.50			72/58	1.65	595
Y280S-8	37	78	740	91	0.79	6	1.8	2.0	215	0.65	445	325	40	4	2-1.30			72/58	1.39	520
Y280M-8	45	93	740	91.7	0.80	6	1.8	2.0	260	0.65	445	325	34	4	1-1.50 1-1.40			72/58	1.65	592
Y315S-2	110	200	2980	93	0.90	7	1.8	2.2	290	1.8	520	300	9	2	10-1.50 4-1.60		1-18	48/40	1.18	980
$Y315M_1$-2	132	237	2980	94	0.90	7	1.8	2.2	340	1.8	520	300	8	2	5-1.40 12-1.50			48/40	1.82	1080
$Y315M_2$-2	160	286	2980	94.5	0.90	7	1.8	2.2	380	1.8	520	300	7	2	17-1.60			48/40	2.08	1160
Y315S-4	110	201	1480	93.5	0.89	7	1.8	2.2	300	1.1	520	350	16	4	3-1.30 4-1.40		1-17	72/64	3.11	1000

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时 定子电流 A	额定时 转速 r/min	额定时 效率 %	额定时 功率因数	堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
$Y315M_1$-4	132	241	1490	93.5	0.89	7	1.8	2.2	350	1.1	520	350	14	4	3-1.30 4-1.50	双层叠式	1-17	72/64	3.62	1100
$Y315M_2$-4	160	291	1490	94	0.89	7	1.8	2.2	400	1.1	520	350	12	4	2-1.40 6-1.50			72/64	4.13	1160
Y315S-6	75	141	990	93	0.87	6.5	1.6	2.0	300	0.8	520	375	34	6	1-1.40 2-1.50		1-11	72/58	4.11	990
$Y315M_1$-6	90	168	990	93.5	0.87	6.5	1.6	2.0	350	0.8	520	375	30	6	1-1.50 2-1.60			72/58	4.78	1080
$Y315M_2$-6	110	204	990	94	0.87	6.5	1.6	2.0	400	0.8	520	375	25	6	1-1.40 3-1.50			72/58	5.45	1150
$Y315M_3$-6	132	245	990	94	0.87	6.5	1.6	2.0	455	0.8	520	375	22	6	1-1.50 3-1.60			72/58	6.12	1210
Y315S-8	55	111	740	92	0.82	6.5	1.6	2.0	300	0.8	520	390	14	2	7-1.50		1-9	72/58	4.79	1600
$Y315M_1$-8	75	150	740	92.5	0.82	6.5	1.6	2.0	350	0.8	520	390	46	8	1-1.50 1-1.60			72/58	5.58	1100

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时 定子电流 A	额定时 转速 r/min	额定时 效率 %	额定时 功率因数	堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	每槽线数	并联支路数	定子线规 根-mm	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2	转动惯量 kg·m²	重量 kg
$Y315M_2$-8	90	179	740	93	0.82	6.5	1.6	2.0	400	0.8	520	390	20	4	4-1.30 2-1.40	双层叠式	1-9	72/58	6.37	1160
$Y315M_3$-8	110	219	740	93	0.82	6.5	1.6	2.0	455	0.8	520	390	34	8	1-1.40 2-1.50			72/58	7.23	1230
Y315S-10	45	99	590	91	0.76	6.5	1.4	2.0	300	0.8	520	390	66	10	1-1.12 1-1.18			90/72	4.79	990
$Y315M_1$-10	55	120	590	91.5	0.76	6.5	1.4	2.0	400	0.8	520	390	52	10	2-1.30			90/72	6.37	1150
$Y315M_3$-10	75	161	590	92	0.77	6.5	1.4	2.0	455	0.8	520	390	22	5	2-1.40 2-1.50			90/72	7.15	1220

附表 1-2　Y 系列(IP23)小型三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	定子线规 根-mm	每槽线数	并联支路数	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数													
Y160M-2	15	29	2910	88	0.88	7.0	1.7	2.2	100	0.8	290	160	2-1.06、1-1.12	24	1	双层叠式	1-14	36/28
$Y160L_1$-2	18.5	36	2910	89	0.89	7.0	1.8	2.2	125	0.8	290	160	1-1.4、1-1.5	20	1		1-14	36/28
$Y160L_2$-2	22	42	2910	89.5	0.89	7.0	2.0	2.2	135	0.8	290	160	1-1.5、1-1.6	18	1		1-14	36/28
Y160M-4	11	23	1460	87.5	0.85	7.0	1.9	2.2	100	0.55	290	187	1-1.18	54	2		1-11	48/44
$Y160L_1$-4	15	30	1460	88	0.86	7.0	2.0	2.2	130	0.55	290	187	1-1.3	42	2		1-11	48/44
$Y160L_2$-4	18.5	37	1460	89	0.86	7.0	2.0	2.2	150	0.55	290	187	1-1.4、1-1.5	18	1		1-11	48/44
Y160M-6	7.5	17	960	85	0.79	6.5	2.0	2.0	95	0.45	290	205	1-1.4	32	1		1-9	54/44
Y160L-6	11	25	960	86.5	0.78	6.5	2.0	2.0	125	0.45	290	205	2 1.18	24	1		1-9	54/44
Y160M-8	5.5	14	720	83.5	0.73	6.0	2.0	2.0	95	0.45	290	205	1-1.3	42	1		1-7	54/50
Y160L-8	7.5	18	720	85	0.73	6.0	2.0	2.0	125	0.45	290	205	1-1.0、1-1.06	32	1		1-7	54/50
Y180M-2	30	57	2940	89.5	0.89	7.0	1.7	2.2	135	1.0	327	182	2-1.3	32	2		1-14	36/28
Y180L-2	37	70	2940	90.5	0.89	7.0	1.9	2.2	160	1.0	327	182	2-1.4	27	2		1-14	36/28
Y180M-4	22	43	1460	89.5	0.86	7.0	1.9	2.2	135	0.65	327	210	2-1.12	36	2		1-11	48/44
Y180L-4	30	58	1460	90.5	0.87	7.0	1.9	2.2	175	0.65	327	210	2-1.3	32	2		1-11	48/44
Y180M-6	15	32	970	88	0.81	6.5	1.8	2.0	125	0.50	327	230	1-1.4	44	2		1-9	54/44

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	定子线规 根-mm	每槽线数	并联支路数	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数													
Y180L-6	18.5	38	970	88.5	0.83	6.5	1.8	2.0	155	0.50	327	230	2-1.06	36	2	双层叠式	1-9	54/44
Y180M-8	11	26	720	86.5	0.74	6.0	1.8	2.0	125	0.50	327	230	2-0.9	56	2		1-7	54/50
Y180L-8	15	34	720	87.5	0.76	6.0	1.8	2.0	155	0.50	327	230	2-1.0	44	2		1-7	54/50
Y200M-2	45	84	2940	91	0.89	7.0	1.9	2.2	155	1.1	368	210	2-1.25、2-1.3	24	2		1-14	36/28
Y200L-2	55	103	2950	91.5	0.89	7.0	1.9	2.2	185	1.1	368	210	3-1.4	21	2		1-14	36/28
Y200M-4	37	71	1470	90.5	0.87	7.0	2.0	2.2	155	0.7	368	245	1-1.12、2-1.18	26	2		1-11	48/44
Y200L-4	45	86	1470	91.5	0.87	7.0	2.0	2.2	185	0.7	368	245	3-1.3	22	2		1-11	48/44
Y200M-6	22	44	970	89	0.85	6.5	1.7	2.0	135	0.50	368	260	2-1.18	36	2		1-9	54/44
Y200L-6	30	59	980	89.5	0.87	6.5	1.7	2.0	165	0.50	368	260	1-1.3、1-1.4	30	2		1-9	54/44
Y200M-8	18.5	41	730	88.5	0.78	6.0	1.7	2.0	135	0.50	368	260	1-1.6	44	2		1-7	54/50
Y200L-8	22	48	740	89	0.78	6.0	1.7	2.0	165	0.50	368	260	2-1.25	36	2		1-7	54/50
Y225M-2	75	140	2960	91.5	0.89	7.0	1.8	2.2	185	1.2	400	225	3-1.6	18	2		1-14	36/28
Y225M-4	55	104	1470	91.5	0.88	7.0	1.8	2.2	185	0.8	400	260	1-1.25、1-1.3	40	4		1-12	48/44
Y225M-6	37	71	980	90.5	0.87	6.5	1.7	2.0	175	0.55	400	285	1-1.18、1-1.25	30	3		1-12	72/58
Y225M-8	30	63	740	89.5	0.81	6.0	1.7	2.0	175	0.55	400	285	1-1.4	50	4		1-9	72/58

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定子外径 mm	定子内径 mm	定子线规 根-mm	每槽线数	并联支路数	绕组型式	节距	槽数 Z_1/Z_2
		定子电流 A	转速 r/min	效率 %	功率因数													
Y250S-2	90	167	2960	92	0.89	7.0	1.7	2.2	170	1.5	445	225	2-1.3、3-1.4	16	2	双层叠式	1-16	42/34
Y250M-2	110	201	2960	92.5	0.90	7.0	1.7	2.2	195	1.5	445	225	4-1.5、1-1.6	14	2		1-16	42/34
Y250S-4	75	141	1470	92	0.88	7.0	2.0	2.2	185	0.9	445	300	2-1.25、3-1.3	14	2		1-14	60/50
Y250M-4	90	168	1470	92.5	0.88	7.0	2.2	2.2	215	0.9	445	300	4-1.25、2-1.3	14	2		1-14	60/50
Y250S-6	45	87	980	91	0.86	6.5	1.8	2.0	165	0.65	445	325	2-1.1	28	3		1-12	72/58
Y250M-6	55	106	980	91	0.87	6.5	1.8	2.0	195	0.65	445	325	1-1.06	24	3		1-12	72/58
Y250S-8	37	78	740	90	0.80	6.0	1.6	2.0	165	1.6	445	325	1-1.06、1-1.12	46	4		1-9	72/58
Y250M-8	45	94	740	90.5	0.80	6.0	1.8	2.0	195	1.6	445	325	1-1.18、1-1.25	38	4		1-9	72/58
Y280M-2	132	241	2970	92.5	0.90	7.0	1.6	2.2	200	1.6	493	280	6-1.5	12	2		1-16	42/34
Y280S-4	110	205	1480	92.5	0.88	7.0	1.6	2.2	200	1.0	493	330	4-1.25	24	4		1-14	60/50
Y280M-4	132	245	1480	93	0.88	7.0	1.8	2.2	240	1.0	493	330	4-1.4	20	4		1-14	60/50
Y280S-6	75	143	980	91.5	0.87	6.5	1.8	2.0	185	0.70	493	360	3-1.4	22	3		1-12	72/58
Y280M-6	90	169	980	92	0.88	6.5	1.8	2.0	240	0.70	493	360	3-1.5	18	3		1-12	72/58
Y280S-8	55	115	740	91	0.80	6.0	1.8	2.0	185	0.70	493	360	1-1.3、1-1.4	36	4		1-9	72/58
Y280M-8	75	154	740	91.5	0.81	6.0	1.8	2.0	240	0.70	493	360	1-1.5、1-1.6	28	4		1-9	72/58

附表 1-3　YX 系列高效率三相异步电动机技术数据(380V、50Hz)

型号	额定功率 kW	额定电流 A	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定转子槽数 Z_1/Z_2	绕组型式	并联支路数	节距	每槽线数	线规 根-mm	转速 r/min	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 100	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 75	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 50	功率因数	堵转转矩/额定转矩 倍	堵转电流/额定电流 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
YX100L-2	3	5.9	155	84	115	0.4	24/20	单层同心式	1	1-12 2-11	38	2-0.85	2880	86.5	86.8	86.3	0.89	2.0	8.0	2.2	36
YX112M-2	4	7.7	175	98	130	0.45	36/28			1-18 2-17 3-16	37	1-1.18	2910	88.3	88.6	88	0.89	2.0	8.0	2.2	48
YX132S_1-2	5.5	10.6	210	116	110	0.55	36/28				34	1-1.0 1-1.06	2920	88.6	89	88.2	0.89	1.8	8.0	2.2	70
YX132S_2-2	7.5	14.3	210	116	145	0.55	36/28				26	2-1.18	2920	89.7	90.2	89.4	0.89	1.8	8.0	2.2	75
YX160M_1-2	11	20.9	260	150	150	0.65	36/28				20	3-1.25	2950	90.8	91.2	90.4	0.88	1.8	8.0	2.2	135
YX160M_2-2	15	27.8	260	150	190	0.65	36/28				16	2-1.18 2-1.25	2950	92	92.4	91.6	0.89	1.8	8.0	2.2	146
YX160L-2	18.5	34.3	260	150	215	0.65	36/28				14	4-1.3	2950	92	92.4	91.7	0.89	1.8	8.0	2.2	157
YX160M-2	22	40.1	290	160	205	0.8	36/28	双层叠式	2	1-14	28	2-1.25 1-1.18	2950	92.5	92.5	92.1	0.90	1.8	8.0	2.2	195
YX200L_1-2	20	54.5	327	182	200	1.0	36/28				28	3-1.4	2960	93	93	92.7	0.90	1.8	7.5	2.2	258
YX200L_2-2	37	67	327	182	235	1.0	36/28				24	4-1.3	2950	93.2	93.4	93	0.90	1.8	7.5	2.2	275
YX225M-2	45	80.8	368	210	220	1.1	36/28				20	5-1.4	2970	94	94	93.5	0.90	1.8	7.5	2.2	332

（续表）

型号	额定功率 kW	额定电流 A	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定转子槽数 Z_1/Z_2	绕组型式	并联支路数	节距	每槽线数	线规 根-mm	转速 r/min	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 100	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 75	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 50	功率因数	堵转转矩/额定转矩 倍	堵转电流/额定电流 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
YX250M-2	55	99.7	400	225	240	1.2	42/34	双层叠式	2	1-17	14	5-1.5 1-1.6	2980	94.2	94.2	93.6	0.89	1.8	7.5	2.2	472
YX280S-2	75	135.8	445	255	245	1.5	42/34			1-16	14	9-1.5	2970	94.2	94.4	93.7	0.89	1.8	7.5	2.2	565
YX280M-2	90	162.6	445	255	275	1.5	42/34				12	6-1.5 4-1.6	2980	94.5	94.6	94	0.89	1.8	7.5	2.2	605
YX100L$_1$-4	2.2	4.7	155	98	135	0.3	36/32	单层交叉式	1	2/1-9 1/1-8	35	1-1.18	1440	86.3	87	86.5	0.82	2.0	8.0	2.2	36
YX100L$_2$-4	3	6.4	155	98	160	0.3	36/32				29	1-1.30	1440	86.5	87.2	86.6	0.82	2.0	8.0	2.2	41
YX112M-4	4	8.3	175	110	160	0.3	36/32				46	1-1.25	1460	88.3	89	88.5	0.83	2.0	8.0	2.2	52
YX132S-4	5.5	11.2	210	136	145	0.4	36/32				40	1-0.9 1-0.85	1460	89.5	90.2	89.5	0.83	2.0	8.0	2.2	75
YX132M-4	7.5	14.8	210	136	180	0.4	36/32				32	2-1.18	1460	90.3	90.7	90.3	0.85	2.0	8.0	2.2	82
YX160M-4	11	20.9	260	170	175	0.5	48/44	单层链式		1-11	20	2-1.18 1-1.25	1470	91.8	92	91.6	0.87	2.0	8.0	2.2	133
YX160L-4	15	28.5	260	170	215	0.5	48/44				16	1-1.12 3-1.18	1470	91.8	92.2	91.7	0.87	2.0	8.0	2.2	157

（续表）

型号	额定功率 kW	额定电流 A	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定转子槽数 Z_1/Z_2	绕组型式	并联支路数	节距	每槽线数	线规 根-mm	转速 r/min	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 100	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 75	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 50	功率因数	堵转转矩/额定转矩 倍	堵转电流/额定电流 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
YX180M-4	18.5	35.2	290	187	220	0.55	48/44	双层叠式	4	1-11	60	2-0.95	1480	93	93.2	92.8	0.86	1.8	7.5	2.2	190
YX180L-4	22	41.7	290	187	250	0.55	48/44				52	1-1.06 1-0.95	1480	93.2	93.5	93	0.86	1.8	7.5	2.2	205
YX200L-4	30	56	327	210	250	0.65	48/44		2		26	3-1.40	1480	93.5	93.8	93.5	0.87	1.8	7.5	2.2	274
YX225S-4	37	68.9	368	245	235	0.7	48/44		4	1 12	42	1-1.30 1-1.50	1490	93.8	94.2	93.7	0.87	1.8	7.5	2.2	324
YX225M-4	45	83.5	368	245	260	0.7	48/44				38	2-1.50	1480	94.1	94.5	94	0.87	1.8	7.5	2.2	349
YX250M-4	55	100.2	400	260	260	0.8	48/44				34	2-1.40 1-1.30	1480	94.5	94.8	94.2	0.88	1.8	7.5	2.2	447
YX280S-4	75	136.7	445	300	290	0.9	60/50			1-14	24	4-1.30 1-1.40	1490	94.7	95	94.6	0.88	1.8	7.5	2.2	605
YX280M-4	90	161.7	445	300	345	0.9	60/50				30	2-1.40 3-1.50	1490	95	95.2	94.8	0.89	1.8	7.5	2.2	670
YX100L-6	1.5	3.8	155	106	115	0.25	36/33	单层链式	1	1-6	50	1-0.95	960	82.4	82.8	82	0.72	2.0	7.0	2.0	35

（续表）

型号	额定功率 kW	额定电流 A	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定转子槽数 Z_1/Z_2	绕组型式	并联支路数	节距	每槽线数	线规 根-mm	转速 r/min	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 100	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 75	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 50	功率因数	堵转转矩/额定转矩 倍	堵转电流/额定电流 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
YX112M-6	2.2	5.3	175	120	130	0.3	36/33	单层链式	1	1-6	41	1-1.18	970	85.3	85.8	84.8	0.74	2.0	7.0	2.0	48
YX132S-6	3	6.9	210	148	125	0.35	36/33				35	1-1.0 1-0.95	980	87.2	87.5	86.8	0.76	2.0	7.0	2.0	70
YX132M$_1$-6	4	9	210	148	150	0.35	36/33				49	2-0.85	970	88	88.4	87.6	0.77	2.0	7.0	2.0	77
YX132M$_2$-6	5.5	12.1	210	148	195	0.35	36/33				38	2-0.95	970	88.5	88.8	88.3	0.78	2.0	7.0	2.0	85
YX160M-6	7.5	16	260	180	165	0.4	54/44			1-9	24	1-1.25 1-1.30	980	90	90.4	89.6	0.79	2.0	7.0	2.0	127
YX160L-6	11	23.4	260	180	220	0.4	54/44				18	2-1.18 1-1.25	980	90.4	91	90.2	0.79	2.0	7.0	2.0	155
YX180L-6	15	30.7	290	205	235	0.45	54/44	双层叠式	3		48	2-0.95	980	91.7	92.2	91.5	0.81	1.8	7.0	2.0	195
YX200L$_1$-6	18.5	36.9	327	230	215	0.5	72/58		2	1-12	24	2-1.0 1-1.06	980	91.7	92.2	91.5	0.83	1.8	7.0	2.0	250
YX200L$_2$-6	22	43.2	327	230	225	0.5	72/58				22	2-1.0 1-1.18	980	92.1	92.5	91.8	0.84	1.8	7.0	2.0	270

（续表）

型号	额定功率 kW	额定电流 A	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	气隙长度 mm	定转子槽数 Z_1/Z_2	绕组型式	并联支路数	节距	每槽线数	线规 根-mm	转速 r/min	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 100	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 75	效率(%) 输出功率/额定功率(%) 50	功率因数	堵转转矩/额定转矩 倍	堵转电流/额定电流 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
YX225M-6	30	57.7	368	260	240	0.5	72/58	双层叠式	3	1-12	28	2-1.18 1-1.06	990	93	93.4	92.8	0.85	1.8	7.0	2.0	327
YX250M-6	37	70.8	400	285	235	0.55	72/58				30	3-1.25	990	93.4	93.8	93.2	0.85	1.8	7.0	2.0	441
YX280S-6	45	84	445	325	235	0.65	72/58				24	3-1.18 1-1.25	990	93.6	94	93.4	0.87	1.8	7.0	2.0	540
YX280M-6	55	102.4	445	325	280	0.65	72/58				20	2-1.25 1-1.60	990	93.8	94.2	93.6	0.87	1.8	7.0	2.0	595

附表 1-4　YR 系列绕线转子三相异步电动机集电环电刷尺寸

机座号	集电环尺寸(mm)				电刷尺寸(mm)	电刷数		电刷最大电流密度(A/cm^3)
	外径	内径	环宽	环间距		IP44	IP23	
YR132	80	35	12	15	16×8×32	2	—	0.133
YR160		40					2	
YR180								
YR200	112	55	15		20×10×40			0.152
YR225								
YR250	140	65	18	18	32×125×40	2		0.163
		80				—		
YR280		65				2		
		80				—	4	

附表 1-5　YR 系列(IP44)绕线转子三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩 倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR132M$_1$-4	4	1440	9.3	84.5	0.77	230	11.5	36/24	102	1-0.8	1-9	2	双层叠式	△	28	3-1.06	1-6	1	双层叠式	Y	3.0	0.0895	80
YR132M$_2$-4	5.5	1440	12.6	86	0.77	272	13	36/24	74	1-0.95	1-9	2			24	2-1.12 1-1.18	1-6	1			3.0	0.1043	95
YR160M-4	7.7	1460	15.7	87.5	0.83	250	19.5	36/24	74	1-1.12	1-9	2			44	2-1.0 1-1.06	1-6	2			3.0	0.2378	130
YR160L-4	11	1460	22.5	89.5	0.83	276	25	36/24	52	2-0.95	1-9	2			34	3-1.18	1-6	2			3.0	0.2935	155
YR180L-4	15	1465	30	89.5	0.85	278	34	36/24	32	2-1.06	1-11	4			18	3-1.30	1-9	2			3.0	0.4925	205
YR200L$_1$-4	18.5	1465	36.7	89	0.86	247	47.5	48/36	64	1-1.18	1-11	4			16	4-1.40	1-9	2			3.0	0.7998	265
															8	1-2×5.6	1-9	1					
YR200L$_2$-4	22	1465	43.2	90	0.86	293	47	48/36	54	1-1.30	1-11	4			16	4-1.40	1-9	2			3.0	0.8618	290
															8	1-2.24×5.6	1-9	1					
YR225M$_2$-4	30	1475	57.6	91	0.87	360	51.5	48/36	22	3-1.25	1-11	2			16	6-1.25	1-9	2			3.0	1.5785	380
															8	1-2.5×5.6	1-9	1					
YR250M$_1$-4	37	1480	71.4	91.5	0.86	289	79	48/36	40	2-1.25	1-12	4			12	8-1.40	1-9	2			3.0	2.165	440
															6	2-2×5.6	1-9	1					

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR250M$_2$-4	45	1480	85.9	91.5	0.87	340	81	48/36	34	3-1.12	1-12	4	双层叠式	△	12	8-1.40	1-12	2	双层叠式	Y	3.0	2.367	490
															6	2-2×5.6	1-12	1					
YR280S-4	55	1480	103.8	91.5	0.88	485	70	60/48	26	2-1.50	1-14	4			12	7-1.40	1-12	2			3.0	4.09	670
															6	2-2×5	1-12	1					
YR280R-4	75	1480	140	92.5	0.88	354	128	60/48	18	1-1.40 2-1.50	1-14	4			12	7-1.40	1-12	4			3.0	5.043	800
															6	2-2×5	1-12	2					
YR132M$_1$-6	3	955	8.2	80.5	0.69	206	9.5	48/36	46	1-1.0	1-8	1			20	3-1.0	1-6	1			2.8	0.127	80
YR132M$_2$-6	4	955	10.7	82	0.69	230	11	48/36	70	1-0.80	1-8	2			34	2-0.95	1-6	2			2.8	0.143	95
YR160M-6	5.5	970	13.4	84.5	0.74	244	14.5	48/36	66	1-1.0	1-8	2			34	2-1.06	1-6	2			2.8	0.3003	135
YR160L-6	7.5	970	17.9	86	0.74	266	18	48/36	50	1-1.18	1-8	2			28	2-1.18	1-6	2			2.8	0.3598	155
YR180L-6	11	975	23.6	87.5	0.81	310	22.5	54/36	38	1-1.25	1-9	2			28	4-1.0	1-6	2			2.8	0.676	205
YR200L$_1$-6	15	975	31.8	88.5	0.81	198	48	54/36	34	1-1.06 1-1.12	1-9	2			16	2-1.18 4-1.25	1-6	2			2.8	1.0748	280
															8	1-2.24×5.6	1-6	1					

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR225M$_1$-6	18.5	980	38.3	88.5	0.83	187	62.5	54/36	36	1-1.18 1-1.25	1-9	2	双层叠式	△	16	8-1.25	1-6	2	双层叠式	Y	2.8	1.6168	335
															8	1-2.8×6.3	1-6	1					
YR225M$_2$-6	22	980	45	89.5	0.83	224	61	54/36	30	1-1.30 1-1.40	1-9	2			16	8-1.25	1-6	2			2.8	1.7675	365
															8	1-2.8×6.3	1-6	1					
YR250M$_1$-6	30	980	60.4	90	0.84	282	66	72/48	18	3-1.12 1-1.18	1-12	2			12	7-1.40	1-8	2			2.8	3.0025	450
															6	2-2.24×5	1-8	1					
YR250M$_2$-6	37	980	73.9	90.5	0.84	331	69	72/48	16	3-1.40	1-12	2			12	3-1.40 5-1.30	1-8	2			2.8	3.245	490
															6	2-2.24×5	1-8	1					
YR280S-6	45	985	87.9	91.5	0.85	362	76	72/48	14	3-1.40 1-1.50	1-12	2			12	3-1.30 6-1.40	1-8	2			2.8	5.4475	680
															6	2-2.5×5.6	1-8	1					
YR280M-6	55	985	106.9	92	0.85	423	80	72/48	12	3-1.50 1-1.60	1-12	2			12	9-1.40	1-8	2			2.8	6.0275	730
															6	2-2.5×5.6	1-8	1					
YR160M-8	4	715	10.7	82.5	0.69	216	12	48/36	92	1-0.9	1-6	2			42	2-0.95	1-5	2			2.4	0.2978	135

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩 倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR160L-8	5.5	715	14.2	83	0.71	230	15.5	48/36	70	1-1.0	1-6	2	双层叠式	△	34	2-1.06	1-5	2	双层叠式	Y	2.4	0.3565	155
YR180L-8	7.5	725	18.4	85	0.73	255	19	54/36	28	1-1.06 1-1.12	1-7	1			34	1-1.25 1-1.30	1-5	2			2.4	0.6238	190
YR200L$_1$-8	11	735	26.6	86	0.73	152	46	54/36	44	2-0.95	1-7	2			16	2-1.18 4-1.25	1-5	2			2.4	1.0665	280
															8	1-2.2×5.6	1-5	1					
YR225M$_1$-8	15	735	34.5	88	0.75	169	56	54/36	40	2-1.12	1-7	2			16	8-1.25	1-5	2			2.4	1.7458	365
															8	1-2.8×6.3	1-5	1					
YR225M$_2$-8	18.5	735	42.1	89	0.75	211	54	54/36	32	2-1.30	1-7	2			16	8-1.25	1-5	2			2.4	1.9773	390
															8	1-2.8×6.3	1-5	1					
YR250M$_1$-8	22	735	48.7	88	0.78	210	65.5	72/48	48	1-1.40	1-9	4			12	7-1.4	1-6	2			2.4	2.96	450
															6	2-2.24×5	1-6	1					
YR250M$_2$-8	30	735	66.1	89.5	0.77	270	69	72/48	74	1-1.12	1-9	8			12	7-1.40	1-6	2			2.4	3.3275	500
															6	2-2.24×5	1-6	1					

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩 倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR280S-8	37	735	78.2	91	0.79	281	81.5	72/48	36	3-1.0	1-9	4	双层叠式	△	12	9-1.40	1-6	2	双层叠式	Y	2.4	5.37	680
															6	2-2.5×5.6	1-6	1					
YR280M-8	45	735	92.9	92	0.80	359	76	72/48	28	2-1.4	1-9	4			12	3-1.30 6-1.40	1-6	2			2.4	6.56	800
															6	2-2.5×5.6	1-6	1					

注：转子绕组机座号 130～180 为圆铜线，机座号 200～280 为圆铜线与扁铜线两种方案同时并存。

附表 1-6　YR 系列(IP23)绕线转子三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR160M-4	7.5	1420	16	84	0.84	260	19	48/36	34	1-1.50	1-11	1	双层叠式	△	18	3-1.12	1-9	1	双层叠式	Y	2.8	0.09875	
YR160L$_1$-4	11	1435	22.7	86.5	0.85	275	26	48/36	50	2-0.85	1-11	2			14	4-1.12	1-9	1			2.8	0.1215	160
YR160L$_2$-4	15	1445	30.8	87	0.85	260	37	48/36	38	2-1.0	1-11	2			10	3-1.30 1-1.40	1-9	1			2.8	0.1493	
YR180M-4	18.5	1425	36.7	87	0.88	197	61	48/36	40	2-1.12	1-11	2			8	1-1.8×5	1-9	1			2.8	0.25	
YR180L-4	22	1435	43.2	88	0.88	232	61	48/36	34	1-1.18 1-1.25	1-11	2			8	1-1.8×5	1-9	1			3.0	0.2725	
YR200M-4	30	1440	58.2	89	0.88	255	76	48/36	62	2-0.95	1-11	4			8	1-2×5.6	1-9	1			3.0	0.455	
YR200L-4	37	1450	71.8	89	0.88	316	74	48/36	50	2-1.0	1-11	4			8	1-2×5.6	1-9	1			3.0	0.5525	335
YR225M$_1$-4	45	1440	87.3	89	0.88	240	120	48/36	24	1-1.12 3-1.18	1-12	2			6	2-1.8×4.5	1-9	1			2.5	0.65	
YR225M$_2$-4	55	1450	105.5	90	0.88	288	121	48/36	40	1-1.25 1-1.30	1-12	4			6	2-1.8×4.5	1-9	1			2.5	0.74	420
YR250S-4	75	1450	141.5	90.5	0.89	449	105	60/48	14	2-1.25 3-1.30	1-14	2			6	2-1.6×4.5	1-12	1			2.6	1.34	

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR250M-4	90	1460	168.8	91	0.89	524	107	60/48	12	4-1.25 2-1.30	1-14	2	双层叠式	△	6	2-1.6×4.5	1-12	1	双层叠式	Y	2.6	1.5	590
YR280S-4	110	1460	205.2	91.5	0.89	349	196	60/48	24	4-1.25	1-14	4			4	2-2.24×6.3	1-12	1			3.0	2.275	
YR280M-4	132	1460	243.6	92.5	0.89	419	194	60/48	20	4-1.40	1-14	4			4	2-2.24×6.3	1-12	1			3.0	2.5975	880
YR160M-6	5.5	950	13.2	82.5	0.77	279	13	54/36	36	2-0.95	1-9	1			24	1-1.18 1-1.25	1-6	1			2.5	0.143	
YR160L-6	7.5	950	17.5	83.5	0.78	260	19	54/36	58	1-1.06	1-9	2			18	3-1.12	1-6	1			2.5	0.1638	160
YR180M-6	11	940	25.4	84.5	0.78	146	50	54/36	46	1-1.40	1-9	2			8	1-1.8×4	1-6	1			2.8	0.3125	
YR180L-6	15	950	33.7	85.5	0.79	187	53	54/36	36	2-1.06	1-9	2			8	1-1.8×4	1-6	1			2.8	0.37	
YR200M-6	18.5	950	40.1	86.5	0.81	187	65	54/36	36	2-1.18	1-9	2			8	1-1.85×5	1-6	1			2.8	0.5425	
YR200L-6	22	955	46.6	87.5	0.82	224	63	54/36	30	1-1.30 1-1.40	1-9	2			8	1-1.8×5	1-6	1			2.8	0.6375	315
YR225M$_1$-6	30	955	61.3	87.5	0.85	227	86	72/54	38	2-1.12	1-12	3			6	2-1.6×4.5	1-9	1			2.2	0.8093	
YR225M$_2$-6	37	965	74.3	89	0.85	287	82	72/54	30	1-1.18 1-1.25	1-12	3			6	2-1.6×4.5	1-9	1			2.2	0.934	400

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时 转速 r/min	额定时 定子电流 A	额定时 效率 %	额定时 功率因数	转子 电压 V	转子 电流 A	定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组 每槽线数	定子绕组 线规 根-mm	定子绕组 节距	定子绕组 并联路数	定子绕组 绕组型式	定子绕组 接法	转子绕组 每槽线数	转子绕组 线规 根-mm 或 根-$a\times b$	转子绕组 节距	转子绕组 并联路数	转子绕组 绕组型式	转子绕组 接法	最大转矩/额定转矩 倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
YR250S-6	45	965	90.4	89	0.85	307	93	72/54	28	2-1.40	1-12	3	双层叠式	△	6	2-1.8×4.5	1-9	1	双层叠式	Y	2.2	1.6525	
YR250M-6	55	970	108.6	89.5	0.86	359	97	72/54	24	4-1.06	1 12	3			6	2-1.8×4.5	1-9	1			2.2	1.88	575
YR280S-6	75	950	143.1	90.5	0.88	392	121	72/54	22	3-1.40	1-12	3			6	2-2×5	1-9	1			2.5	2.88	
YR280M-6	90	970	168.7	91	0.89	481	118	72/54	18	3-1.50	1-12	3			6	2-2×5	1-9	1			2.5	3.5125	880
YR160M-8	4	705	10.6	81	0.71	262	11	48/36	54	1-1.25	1-6	1			30	1-1.06 1-1.12	1-5	1			2.2	0.1118	
YR160L-8	5.5	705	14.4	81.5	0.71	243	15	48/36	43	1-1.40	1-6	1			22	2-1.25	1-5	1			2.2	0.162	160
YR180M-8	7.5	690	19	82	0.73	105	49	48/36	70	2-0.90	1-6	2			8	1-1.8×4	1-5	1			2.2	0.309	
YR180L-8	11	710	27.6	83	0.73	140	53	48/36	54	2-1.0	1-6	2			8	1-1.8×4	1-5	1			2.2	0.3675	
YR200M-8	15	710	36.7	85	0.73	153	64	48/36	50	2-0.95	1-6	2			8	1-1.8×5	1-5	1			2.2	0.5355	
YR200L-8	18.5	710	41.9	86	0.78	187	64	48/36	43	2-1.30	1-6	2			8	1-1.8×5	1-5	1			2.2	0.63	315
YR225M_1-8	22	715	49.2	86	0.79	161	90	72/48	62	1-1.25	1-9	4			6	2-1.6×4.5	1-6	1			2.0	0.791	
YR225M_2-8	30	715	66.3	87	0.79	200	97	72/48	50	1-1.40	1-9	4			6	2-1.6×4.5	1-6	1			2.0	0.9053	400
YR250S-8	37	720	81.3	87.5	0.79	218	110	72/48	46	2-1.06	1-9	4			6	2-1.8×4.5	1-6	1			2.0	1.605	

（续表）

型号	额定功率 kW	额定时				转子		定转子槽数 Z_1/Z_2	定子绕组						转子绕组						最大转矩/额定转矩倍	转动惯量 kg·m²	重量 kg
		转速 r/min	定子电流 A	效率 %	功率因数	电压 V	电流 A		每槽线数	线规 根-mm	节距	并联路数	绕组型式	接法	每槽线数	线规 根-mm 或 根-$a\times b$	节距	并联路数	绕组型式	接法			
YR250M-8	45	720	97.8	88.5	0.79	264	109	72/48	38	1-1.18 1-1.25	1-9	4	双层叠式	△	6	2-1.8×4.5	1-6	1	双层叠式	Y	2.0	1.8325	515
YR280S-8	55	725	114.5	89	0.82	279	125	72/48	36	1-1.30 1-1.40	1-9	4			6	2-2×5	1-6	1			2.2	2.6375	
YR280M-8	75	725	154.4	90	0.82	359	131	72/48	28	1-1.50 1-1.60	1-9	4			6	2-2×5	1-6	1			2.2	3.4225	850

附表 1-7　Y 系列(IP44)220/380V、50Hz 三相异步电动机技术数据

型号	功率		电压 V	频率 Hz	额定时				绕组型式	接法	节距	并联路数	每槽线数	线规 根-mm	堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
	kW	hp			转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数										
Y801-2	0.75	1	220/380	50	2830	3.1/1.8	76	0.84	单层交叉式	△/Y	1-9 2-10 11-18	1	111	1-0.63	7.0	2.2	2.2	16
Y802-2	1.1	1.5			2830	4.4/2.5	78	0.86					90	1-0.71	7.0	2.2	2.2	17
Y90S-2	1.5	2			2840	6/3.4	79	0.85					80	1-0.85	7.0	2.2	2.2	22
Y90L-2	2.2	3			2840	8.1/4.6	83	0.86					61	1-0.95	7.0	2.2	2.2	25
Y100L-2	3.0	4			2870	11/6.3	83	0.87	单层同心式		1-12 2-11		40	1-1.18	7.0	2.2	2.2	33
Y112M-2	4	5.5			2890	14/8.1	86.5	0.87			1-16 2-15 3-14		28	1-1.06 1-0.9	7.0	2.2	2.2	45
$Y132S_1$-2	5.5	7.5			2900	19/11	86.5	0.88					25	1-1.18 1-1.25	7.0	2.0	2.2	64
$Y132S_2$-2	7.5	10			2800	25.7/14.9	87.2	0.88			1-14 2-13		21	1-1.06 2-1.12	7.0	2.0	2.2	70
$Y160M_1$-2	11	15			2930	37.2/21.5	88.2	0.88					16	1-1.3 3-1.4	7.0	2.0	2.2	117

（续表）

型号	功率		电压 V	频率 Hz	额定时				绕组型式	接法	节距	并联路数	每槽线数	线规根-mm	堵转电流/额定电流倍	堵转转矩/额定转矩倍	最大转矩/额定转矩倍	重量 kg
	kW	hp			转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数										
$Y160M_2$-2	15	20	220/380	50	2930	50.2/28.7	89.2	0.88	单层同心式	△/Y	1-14 2-13	1	13	2-1.3 3-1.4	7.0	2.0	2.2	125
Y160L-2	18.5	25			2930	60.6/35.1	90	0.89					11	2-1.3 4-1.4	7.0	2.0	2.2	147
Y180M-2	22	30			2940	72/41.7	90	0.89	双层叠式		1-14	2	18	2-1.4 1-1.5	7.0	2.2	2.2	180
$Y200L_1$-2	30	40			2950	97.2/56.3	91	0.89					16	4-1.5	7.0	2.2	2.2	240
$Y200L_2$-2	37	50			2950	119.2/69	91.5	0.89					14	5-1.5	7.0	2.2	2.2	255
Y225M-2	45	60			2970	143/83.1	92.5	0.89					12	6-1.4 1-1.5	7.0	2.2	2.2	309
Y250M-2	55	70			2970	175/102	92.5	0.89					12	9-1.5	7.0	2.2	2.2	403
Y801-4	0.55	0.75			1390	2.6/1.5	73.5	0.76	单层链式		1-6	1	128	1-0.56	7.0	2.2	2.2	17
Y802-4	0.75	1			1390	3.5/2	75	0.76					103	1-0.63	7.0	2.2	2.2	18
Y90S-4	1.1	1.5			1400	4.7/2.7	78.5	0.78					81	1-0.71	7.0	2.2	2.2	22
Y90L-4	1.5	2			1400	6.3/3.6	79.5	0.79					63	1-0.80	7.0	2.2	2.2	27

（续表）

型号	功率		电压 V	频率 Hz	额定时				绕组型式	接法	节距	并联路数	每槽线数	线规 根-mm	堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
	kW	hp			转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数										
$Y100L_1$-4	2.2	3	220/380	50	1430	8.6/5	81.5	0.82	单层交叉式	△/Y	1-9 2-10 11-18	1	41	2-0.71	7.0	2.2	2.2	34
$Y100L_2$-4	3.0	4			1430	11.7/6.8	83	0.81					31	1-1.18	7.0	2.2	2.2	38
Y112M-4	4.0	5.5			1440	15.1/8.7	85	0.82					27	2-1.0	7.0	2.2	2.2	43
Y132S-4	5.5	7.5			1440	20/11.6	86	0.84					28	2-1.18	7.0	2.2	2.2	68
Y132M-4	7.5	10			1440	26.5/15.3	87.5	0.85					20	1-1.12 2-1.18	7.0	2.2	2.2	81
Y160M-4	11	15			1460	38.8/22.5	88.5	0.84					16	3-1.4	7.0	2.2	2.2	123
Y160L-4	15	20			1460	52/30	89	0.85				2	26	3-1.12	7.0	2.2	2.2	144
Y180M-4	18.5	25			1470	61.7/35.7	91.5	0.86	双层叠式		1-11		18	2-1.25 1-1.3	7.0	2.0	2.2	182
Y180L-4	22	30			1470	73/42.2	92	0.86					16	3-1.4	7.0	2.0	2.2	190
Y200L-4	30	40			1470	97.6/56.5	92.7	0.87					14	3-1.4 1-1.5	7.0	2.0	2.2	270
Y225S-4	37	50			1480	121/70	92.3	0.87			1-12	4	26	1-1.4 2-1.3	7.0	1.9	2.2	284

（续表）

型号	功率		电压 V	频率 Hz	额定时				绕组型式	接法	节距	并联路数	每槽线数	线规 根-mm	堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
	kW	hp			转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数										
Y225M-4	45	60	220/380	50	1480	145/84	92.8	0.88	双层叠式	△/Y	1-12	4	22	3-1.25 1-1.3	7.0	1.9	2.2	320
Y250M-4	55	75			1480	176/102	93.1	0.88					20	4-1.5	7.0	2.0	2.2	427
Y90S-6	0.75	1			910	3.9/2.3	73	0.70	单层链式		1-6	1	77	1-0.67	6.0	2.0	2.0	23
Y90L-6	1.1	1.5			910	5.4/3.1	74	0.72					63	1-0.75	6.0	2.0	2.0	25
Y100L-6	1.5	2			940	6.8/3.9	78	0.74					53	1-0.85	6.0	2.0	2.0	33
Y112M-6	2.2	3			940	9.6/5.6	81	0.74					44	1-1.06	6.0	2.0	2.0	45
Y132S-6	3.0	4			960	12.4/7.2	83.5	0.76					38	2-0.90	6.5	2.0	2.0	63
Y132M$_1$-6	4.0	5.5			960	16.1/9.3	84.5	0.77					30	2-1.06	6.5	2.0	2.0	73
Y132M$_1$-6	5.5	7.5			960	21.6/12.5	85.8	0.78					24	2-1.18	6.5	2.0	2.0	84
Y160M-6	7.5	10			970	29.2/16.9	86.5	0.78					23	2-1.18 1-1.25	6.5	2.0	2.0	119
Y160L-6	11	15			970	42.3/24.5	87.5	0.78					16	1-1.4 2-1.5	6.5	2.0	2.0	147

（续表）

型号	功率		电压	频率	额定时				绕组型式	接法	节距	并联路数	每槽线数	线规 根-mm	堵转电流/额定电流 倍	堵转转矩/额定转矩 倍	最大转矩/额定转矩 倍	重量 kg
	kW	hp	V	Hz	转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数										
Y180L-6	15	20	220/380	50	970	54/31.3	90	0.81	双层叠式	△/Y	1-9	2	20	2-1.4	6.5	1.8	2.0	195
$Y200L_1$-6	18.5	25			970	64.8/37.5	90.3	0.83					18	2-1.25 1-1.18	6.5	1.8	2.0	220
$Y200L_2$-6	22	30			970	76.7/44.4	90.7	0.83					16	2-1.3 1-1.4	6.5	1.8	2.0	250
Y225M-6	30	40			980	102/59	90.7	0.85			1-11	3	18	3-1.4	6.5	1.7	2.0	292
Y250M-6	37	50			980	124/71.6	91.3	0.86			1-12		16	3-1.5	6.5	1.8	2.0	408
Y132S-8	2.2	3			710	10.0/5.8	81	0.71	单层链式		1-6	1	38	1-1.12	5.5	2.0	2.0	63
Y132M-8	3.0	4			710	13.4/7.7	82	0.72					30	1-1.30	5.5	2.0	2.0	79
$Y160M_1$-8	4.0	5.5			720	17.1/9.9	84	0.73					28	1-1.12 1-1.18	6.0		2.0	118
$Y160M_2$-8	5.5	7.5			720	23/13.3	85	0.74					22	1-1.3 1-1.4	6.0	2.0	2.0	119
Y160L-8	7.5	10			720	30.6/17.7	86	0.75					17	3-1.25	5.5		2.0	145

（续表）

型号	功率		电压	频率	额定时				绕组型式	接法	节距	并联路数	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	重量
	kW	hp	V	Hz	转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数						根-mm	倍	倍	倍	kg
Y180L-8	11	15	220/380	50	730	43.4/25.1	86.5	0.77	双层叠式	△/Y	1-7	2	26	2-1.18	6.0	1.7	2.0	184
Y200L-8	15	20			730	58.9/34.1	88	0.76					22	2-1.4	6.0	1.8	2.0	250
Y225S-8	18.5	25			730	71.5/41.3	89.5	0.76			1-9	4	34	2-1.25	6.0	1.7	2.0	266
Y225M-8	22	30			730	82.4/47.6	90	0.78				8	58	1-1.4	6.0	1.8	2.0	292
Y250M-8	30	40			730	109/63	90.5	0.80				4	26	1-1.5 1-1.4	6.0	1.8	2.0	405

附录二　常用变极多速三相异步电动机技术数据

附表 2-1　YD 系列变极多速三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD801-4/2	4	0.45	△	1420	1.37	66	0.74	120	75	65	24/22	双层叠式	1-8 (1-7)	260	1-0.38	6.5	1.5	1.8	0.69
	2	0.55	2Y	2860	1.45	65	0.85									7	1.6		0.52
YD802-4/2	4	0.55	△	1420	1.64	68	0.74	120	75	80	24/22	双层叠式	1-8 (1-7)	210	1-0.42	6.5	1.5	1.8	0.91
	2	0.75	2Y	2860	1.9	66	0.85									7	1.6		0.704
YD90S-4/2	4	0.85	△	1430	2.27	74	0.77	130	80	90	24/22	双层叠式	1-7	160	1-0.47	6.5	1.5	1.8	1.16
	2	1.1	2Y	2850	2.68	72	0.84									7	1.6		1.14
YD90L-4/2	4	1.3	△	1430	3.29	76	0.78	130	80	120	24/22	双层叠式	1-7	124	1-0.56	6.5	1.5	1.8	1.59
	2	1.6	2Y	2850	3.79	74	0.84									7	1.6		1.69
YD100L$_1$-4/2	4	2	△	1430	4.76	78	0.81	155	98	105	36/32	双层叠式	1-11	80	1-0.71	6.5	1.5	1.8	2.22
	2	2.4	2Y	2850	5.52	76	0.86									7	1.6		2.28

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD100L$_2$-4/2	4	2.4	△	1430	5.42	79	0.83	155	98	135	36/32	双层叠式	1-11	68	1-0.75	6.5	1.5	1.8	2.25
	2	3.0	2Y	2850	6.27	77	0.89									7	1.6		1.81
YD112M-4/2	4	3.3	△	1450	7.33	81	0.83	175	110	136	36/32	双层叠式	1-11	56	1-0.95	6.5	1.5	1.8	3.2
	2	4.0	2Y	2890	8.47	80	0.88									7	1.6		3.08
YD132S-4/2	4	4.5	△	1450	9.63	83	0.84	210	136	115	36/32	双层叠式	1-11	56	1-1.18	6.5	1.5	1.8	3.84
	2	5.5	2Y	2860	11.8	79	0.88									7	1.6		3.97
YD132M-4/2	4	6.5	△	1450	13.6	84	0.85	210	136	160	36/32	双层叠式	1-11	42	2-0.95	6.5	1.5	1.8	4.80
	2	8	2Y	2880	16.2	80	0.89									7	1.6		4.51
YD160M-4/2	4	9	△	1460	18.2	87	0.85	260	170	155	36/26	双层叠式	1-10	36	1-1.18	6.5	1.5	1.8	5.78
	2	11	2Y	2920	22.0	82	0.89								1-1.12	7	1.6		6.17
YD160L-4/2	4	11	△	1460	21.8	87	0.86	260	170	195	36/26	双层叠式	1-10	30	1-1.25	6.5	1.5	1.8	6.55
	2	14	2Y	2920	26.8	82	0.90								1-1.3	7	1.6		5.87
YD180M-4/2	4	15	△	1470	29.0	89	0.87	290	187	190	48/44	双层叠式	1-13	20	3-1.25	6.5	1.5	1.8	9.7
	2	18.5	2Y	2940	36.6	85	0.90									7	1.6		11.7

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD180L-4/2	4	18.5	△	1470	35.4	89	0.88	290	187	220	48/44	双层叠式	1-13	18	3-1.12	6.5	1.5	1.8	10.1
	2	22	2Y	2940	41.5	86	0.91								1-1.18	7	1.6		10.6
YD200L-4/2	4	26	△	1470	49.1	89	0.89	327	210	230	48/44	双层叠式	1-13	16	3-1.4	6.5	1.4	1.8	11.9
	2	30	2Y	2940	55.4	85	0.92								1-1.3	7	1.4		9.1
YD225S-4/2	4	32	△	1470	59.6	90	0.89	368	245	235	48/44	双层叠式	1-13	14	3-1.4	6.5	1.4	1.8	13.8
	2	37	2Y	2950	68.7	86	0.92								2-1.5	7	1.4		13.4
YD225M-4/2	4	37	△	1470	68.4	91	0.89	368	245	270	48/44	双层叠式	1-13	12	1-1.5	6.5	1.4	1.8	16.1
	2	45	2Y	2950	82.7	87	0.92								4-1.4	7	1.4		17.4
YD250M-4/2	4	45	△	1470	83.3	91	0.89	400	260	240	48/44	双层叠式	1-13	12	1-1.5	6.5	1.4	1.8	19.3
	2	55	2Y	2950	100.3	88	0.92								5-1.6	7	1.4		21.7
YD280S-4/2	4	60	△	1470	109.8	90	0.90	445	300	265	60/50	双层叠式	1-16	8	6-1.5	6.5	1.4	1.8	25.4
	2	72	2Y	2950	132.0	88	0.92								4-1.4	7	1.4		27.3
YD280M-4/2	4	72	△	1470	131.2	91	0.90	445	300	325	60/50	双层叠式	1-16	7	12-1.4	6.5	1.4	1.8	26.5
	2	82	2Y	2950	146.7	88	0.93									7	1.4		21.8

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD90S-6/4	6	0.65	△	920	2.12	64	0.70	130	86	100	36/33	双层叠式	1-8 (1-7)	146	1-0.45	6	1.4	1.8	1.23
	4	0.85	2Y	1420	2.18	70	0.79									6.5	1.3		0.98
YD90L-6/4	6	0.85	△	930	2.72	66	0.70	130	86	125	36/33	双层叠式	1-8 (1-7)	116	1-0.53	6	1.4	1.8	1.63
	4	1.1	2Y	1400	2.8	71	0.79									6.5	1.3		1.31
YD100L$_1$-6/4	6	1.3	△	940	3.71	74	0.70	155	98	115	36/32	双层叠式	1-7	102	1-0.63	6	1.4	1.8	2.10
	4	1.8	2Y	1440	4.37	77	0.80									6.5	1.3		2.07
YD100L$_2$-6/4	6	1.5	△	940	4.23	75	0.70	155	98	135	36/32	双层叠式	1-7	88	1-0.67	6	1.4	1.8	2.41
	4	2.2	2Y	1440	5.23	77	0.80									6.5	1.3		2.35
YD112M-6/4	6	2.2	△	960	5.68	77	0.75	175	120	135	36/33	双层叠式	1-8	76	1-0.80	6	1.4	1.8	2.806
	4	2.8	2Y	1440	6.36	77	0.82									6.5	1.3		2.44
YD132S-6/4	6	3	△	970	7.57	79	0.75	210	148	120	36/33	双层叠式	1-8	66	1-0.95	6.5	1.4	1.8	3.98
	4	4	2Y	1440	8.84	80	0.82									6.5	1.3		3.45
YD132M-6/4	6	4	△	970	9.63	81	0.76	210	148	180	36/33	双层叠式	1-8	48	2-0.80	6	1.4	1.8	4.92
	4	5.5	2Y	1440	11.6	80	0.85									6.5	1.3		3.95

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD160M-6/4	6	6.5	△	970	14.7	84	0.78	260	180	145	36/33	双层叠式	1-8	46	1-1.0	6	1.4	1.8	5.96
	4	8	2Y	1460	16.6	83	0.85								1.06	6.5	1.3		5.07
YD160L-6/4	6	9	△	970	20.2	85	0.78	260	180	195	36/33	双层叠式	1-8	34	2-1.18	6	1.4	1.8	8.24
	4	11	2Y	1460	22.5	84	0.85									6.5	1.3		7.07
YD180M-6/4	6	11	△	980	24.9	85	0.78	290	205	200	36/32	双层叠式	1-8	30	3-0.95	6	1.4	1.8	9.61
	4	14	2Y	1470	28.8	85	0.85								1-0.90	6.5	1.3		8.10
YD180L-6/4	6	13	△	980	29.3	86	0.78	290	205	230	36/32	双层叠式	1-8	26	2-1.18	6	1.4	1.8	11.2
	4	16	2Y	1470	32.8	85	0.85								1-1.12	6.5	1.3		9.52
YD200L-6/4	6	18.5	△	980	40.3	87	0.78	327	230	230	36/32	双层叠式	1-8	22	2-1.25	6.5	1.4	1.8	16.1
	4	22	2Y	1470	43.8	87	0.86								2-1.3	7	1.3		13.4
YD225S-6/4	6	22	△	980	42.5	88	0.86	368	260	240	72/58	双层叠式	1-15	12	3-1.5	6.5	1.4	1.8	13.8
	4	28	2Y	1470	54.1	87	0.87								2-1.6	7	1.3		17.0
YD225M-6/4	6	26	△	980	49.7	88	0.86	368	260	270	72/58	双层叠式	1-15	12	6-1.4	6.5	1.4	1.8	11.7
	4	34	2Y	1470	63.0	87	0.90									7	1.3		10.3

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD250M-6/4	6	32	△	980	60.2	90	0.87	400	285	295	72/58	双层叠式	1-13	10	5-1.4	6.5	1.4	1.8	13.4
	4	42	2Y	1470	76.6	88	0.91								1-1.3	7	1.3		14.0
YD280S-6/4	6	42	△	980	80.4	90	0.87	445	325	295	72/58	双层叠式	1-14	8	9-1.4	6.5	1.4	1.8	21.9
	4	55	2Y	1470	101.9	89	0.90									7	1.3		23.1
YD280M-6/4	6	55	△	980	104.8	90	0.87	445	325	327	72/58	双层叠式	1-14	6	12-1.4	6.5	1.4	1.8	31.3
	4	72	2Y	1470	135.1	89	0.89									7	1.3		38.2
YD90L-8/4	8	0.45	△	700	1.89	58	0.63	130	86	125	36/33	双层叠式	1-6	168	1-0.42	5.5	1.5	1.8	1.21
	4	0.75	2Y	1420	1.78	72	0.87									6.5	1.5		0.59
YD100L-8/4	8	0.85	△	700	2.98	68	0.63	155	106	135	36/33	双层叠式	1-6	114	1-0.56	5.5	1.5	1.8	1.97
	4	1.5	2Y	1410	3.29	75	0.88									6.5	1.5		0.96
YD112M-8/4	8	1.5	△	700	4.97	72	0.63	175	120	135	36/33	双层叠式	1-6	94	1-0.71	5.5	1.5	1.8	3.22
	4	2.4	2Y	1410	5.19	78	0.88									6.5	1.5		1.58
YD132S-8/4	8	2.2	△	720	6.76	75	0.64	210	148	120	36/33	双层叠式	1-6	84	1-0.85	5.5	1.5	1.8	4.30
	4	3.3	2Y	1440	6.8	80	0.88									6.5	1.5		2.04

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD132M-8/4	8	3	△	720	6.82	78	0.65	210	148	180	36/33	双层叠式	1-6	60	1-0.67	5.5	1.5	1.8	5.47
	4	4.5	2Y	1440	9.05	82	0.89								1-0.71	6.5	1.5		2.65
YD160M-8/4	8	5	△	730	13.7	83	0.66	260	180	145	36/33	双层叠式	1-6	54	1-0.9	5.5	1.5	1.8	7.95
	4	7.5	2Y	1450	15.0	84	0.89								1-1.0	6.5	1.5		3.87
YD160L-8/4	8	7	△	730	17.7	85	0.66	260	180	195	36/33	双层叠式	1-6	40	2-1.12	5.5	1.5	1.8	8.72
	4	11	2Y	1450	21.6	86	0.89									6.5	1.5		5.29
YD180L-8/4	8	11	△	730	24.9	86	0.74	290	205	260	54/58	双层叠式	1-8	22	2-1.3	6	1.5	1.8	12.3
	4	17	2Y	1470	31.5	87	0.92									7	1.5		6.75
YD200L$_1$-8/4	8	14	△	730	32.6	86	0.74	327	230	220	54/50	双层叠式	1-8	20	1-1.18	6	1.5	1.8	17.2
	4	22	2Y	1470	41.0	88	0.92								2-1.25	7	1.5		9.81
YD200L$_2$-8/4	8	17	△	730	37.5	87	0.74	327	230	270	54/50	双层叠式	1-8	18	2-1.6	6	1.5	1.8	16.5
	4	26	2Y	1470	47.9	88	0.92									7	1.5		9.25
YD225M-8/4	8	24	△	730	51.5	89	0.77	368	260	250	72/58	双层叠式	1-10	13	1-1.4	6	1.4	1.8	22.12
	4	34	2Y	1470	65.2	88	0.88								4-1.5	7	1.3		19.6

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD250M-8/4	8	30	△	730	61.2	90	0.78	400	285	295	72/58	双层叠式	1-10	11	2-1.4	6	1.4	1.8	22.5
	4	42	2Y	1470	75.1	89	0.91								3-1.5	7	1.3		13.1
YD280S-8/4	8	40	△	730	81.9	91	0.80	445	325	260	72/58	双层叠式	1-10	10	3-1.5	6	1.4	1.8	31.9
	4	55	2Y	1470	99.8	90	0.91								3-1.6	7	1.3		21.5
YD280M-8/4	8	47	△	730	94.6	91	0.81	445	325	335	72/58	双层叠式	1-10	8	8-1.5	6	1.4	1.8	34.9
	4	67	2Y	1470	119.1	90	0.92									7	1.3		21.6
YD905-8/6	8	0.35	△	760	1.54	56	0.60	130	86	100	36/33	双层叠式	1-6	208	1-0.4	5	1.5	1.8	1.04
	6	0.45	2Y	920	1.35	70	0.71									6	1.5		0.77
YD90L-8/6	8	0.45	△	700	1.87	59	0.60	130	86	125	36/33	双层叠式	1-6	170	1-0.45	5	1.5	1.8	1.25
	6	0.65	2Y	920	1.82	71	0.73									6	1.5		0.91
YD100L-8/6	8	0.75	△	710	2.82	65	0.60	155	106	135	36/33	双层叠式	1-6	116	1-0.53	5	1.5	1.8	1.96
	6	1.1	2Y	950	2.84	75	0.73									6	1.5		1.4
YD112M-8/6	8	1.3	△	710	4.49	72	0.61	175	120	135	36/33	双层叠式	1-6	98	1-0.67	5	1.5	1.8	3.01
	6	1.8	2Y	950	4.53	78	0.73									6	1.5		2.16

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD132S-8/6	8	1.8	△	730	5.77	75	0.62	210	148	110	36/33	双层叠式	1-5	94	1-0.53	5	1.5	1.8	3.83
	6	2.4	2Y	970	6.22	80	0.73								1-0.56	6	1.5		3.44
YD132M-8/6	8	2.6	△	730	7.97	78	0.62	210	148	180	36/33	双层叠式	1-5	62	1-0.67	5	1.5	1.8	5.32
	6	3.7	2Y	970	9.04	82	0.73								1-0.71	6	1.5		4.74
YD160M-8/6	8	4.5	△	730	12.5	83	0.62	260	180	145	36/33	双层叠式	1-5	56	2-0.95	5	1.5	1.8	7.59
	6	6	2Y	980	14.1	85	0.73									6	1.5		6.79
YD160L-8/6	8	6	△	730	16.6	84	0.62	260	180	195	36/33	双层叠式	1-5	42	3-0.90	5	1.5	1.8	10.1
	6	8	2Y	980	18.5	86	0.73									6	1.5		9.03
YD180M-8/6	8	7.5	△	730	21.0	84	0.62	290	205	200	36/32	双层叠式	1-5	36	1-0.95	5	1.5	1.8	12.7
	6	10	2Y	980	23.5	86	0.73								2-1.0	6	1.5		11.3
YD180L-8/6	8	9	△	730	24.3	85	0.65	290	205	230	36/32	双层叠式	1-5	32	1-1.25	5	1.5	1.8	13.6
	6	12	2Y	980	27.7	86	0.75								1-1.3	6	1.5		12.3
YD200L_1-8/6	8	12	△	730	31.2	86	0.65	327	230	230	36/32	双层叠式	1-5	28	3-1.3	5	1.5	1.8	18.5
	6	17	2Y	980	37.9	87	0.76									6	1.5		16.1

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD200L$_2$-8/6	8	15	△	730	38.5	87	0.65	327	230	270	36/32	双层叠式	1-5	24	2-1.8	5	1.5	1.8	21.2
	6	20	2Y	980	44.2	88	0.76								2-1.25	6	1.5		18.6
YD160M-12/6	12	2.6	△	480	10.9	75	0.46	260	180	145	36/33	双层叠式	1-4	74	1-0.8	4	1.2	1.8	8.11
	6	5	2Y	970	11.3	84	0.78								1-0.85	6	1.3		4.68
YD160L-12/6	12	13.7	△	480	15.5	77	0.46	260	180	205	36/33	双层叠式	1-4	52	1-1.4	4	1.2	1.8	11.9
	6	7	2Y	970	15.6	85	0.79									6	1.3		6.81
YD180L-12/6	12	5.5	△	490	19.2	79	0.54	290	205	230	54/58	双层叠式	1-6	32	1-1.06	4	1.2	1.8	14.2
	6	10	2Y	980	19.8	86	0.86								1-1.12	6	1.3		6.23
YD200L$_1$-12/6	12	7.5	△	490	25.0	82	0.56	327	230	220	54/50	双层叠式	1-6	28	1-1.3	4	1.2	1.8	18.0
	6	13	2Y	980	25.8	87	0.86								1-1.25	6	1.3		8.14
YD200L$_2$-12/6	12	9	△	490	28.4	83	0.57	327	230	270	54/50	双层叠式	1-6	24	3-1.12	4	1.2	1.8	19.5
	6	15	2Y	980	29.5	87	0.87									6	1.3		8.98
YD225M-12/6	12	12	△	490	33.9	85	0.61	368	260	200	72/58	双层叠式	1-7	22	2-1.5	4	1.2	1.8	20.5
	6	20	2Y	980	38.9	88	0.87								1-1.4	6	1.3		10.0

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD250-12/6	12	15	△	490	40.8	86	0.63	400	285	225	72/58	双层叠式	1-7	18	1 1.4	4	1.2	1.8	24.9
	6	24	2Y	980	45.9	88	0.87								2-1.5	6	1.3		12.5
YD280S-12/6	12	20	△	490	54.0	88	0.63	445	325	215	72/58	双层叠式	1-7	16	4-1.5	4	1.2	1.8	33.1
	6	30	2Y	980	57.4	89	0.87									6	1.3		16.9
YD280M-12/6	12	24	△	490	61.1	88	0.65	445	325	260	72/58	双层叠式	1-7	14	3-1.4	4	1.2	1.8	33.8
	6	37	2Y	980	70.0	89	0.87								2-1.5	6	1.3		17.8
YD100L-6/4/2	6	0.75	Y	950	2.51	67	0.65	155	98	135	36/32	单层链式	1-6	54	1-0.56	5.5	1.3	1.8	1.69
	4	1.3	△	1450	3.4	72	0.75					双层叠式	1-10	72	1-0.53	6	1.3		1.87
	2	1.8	2Y	2900	4.33	71	0.85									7	1.3		1.86
YD112M-6/4/2	6	1.1	Y	950	3.44	73	0.65	175	110	135	36/32	单层链式	1-6	45	1-0.67	5.5	1.3	1.8	2.29
	4	2	△	1450	4.92	73	0.81					双层叠式	1-10	62	1-0.60	6	1.3		2.27
	2	2.4	2Y	2900	5.50	74	0.85									7	1.3		2.3
YD132S-6/4/2	6	1.8	Y	950	4.76	75	0.71	210	136	115	36/32	单层链式	1-6	45	1-0.9	5.5	1.3	1.8	2.75
	4	2.6	△	1450	5.96	78	0.83					双层叠式	1-10	64	1-0.75	6	1.3		1.47
	2	3	2Y	2920	6.98	71	0.87									7	1.3		2.66

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD132M$_1$-6/4/2	6	2.2	Y	970	5.82	77	0.72	210	136	140	36/32	单层链式	1-6	37	1-0.9	5.5	1.3	1.8	3.31
	4	3	△	1460	7.19	80	0.84					双层叠式	1-10	56	1-0.85	6	1.3		2.70
	2	4	2Y	2910	8.34	76	0.91									7	1.3		2.28
YD132M$_2$-6/4/2	6	2.6	Y	970	6.75	80	0.72	210	136	180	36/32	单层链式	1-6	30	2-0.75	5.5	1.3	1.8	3.97
	4	4	△	1460	8.69	80	0.84					双层叠式	1-10	44	1-0.9	6	1.3		3.43
	2	5	2Y	2910	10.2	77	0.91									7	1.3		2.84
YD160M-6/4/2	6	3.7	Y	980	9.37	82	0.72	260	170	155	36/26	单层链式	1-6	27	2-0.9	5.5	1.3	1.8	5.16
	4	5	△	1470	11.0	81	0.84					双层叠式	1-10	40	2-0.75	6	1.3		4.43
	2	6	2Y	2930	12.8	76	0.91									7	1.3		3.36
YD160L-6/4/2	6	4.5	Y	980	11.3	83	0.72	260	170	195	36/26	单层链式	1-6	22	2-0.8 1-0.85	5.5	1.3	1.8	6.22
	4	7	△	1470	14.9	83	0.85					双层叠式	1-10	32	1-1.18	6	1.3		5.51
	2	9	2Y	2930	18.1	79	0.92									7	1.3		4.10

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD112M-8/4/2	8	0.65	Y	700	2.57	59	0.63	175	110	135	36/32	双层叠式	1-5	68	1-0.53	4.5	1.3	1.8	1.62
	4	2	△	1450	4.92	73	0.81						1-10	62	1-0.60	6	1.3		2.27
	2	2.4	2Y	2920	5.5	74	0.85									7	1.3		2.30
YD132S-8/4/2	8	1	Y	720	3.61	69	0.61	210	136	115	36/32	双层叠式	1-5	62	1-0.75	4.5	1.3	1.8	2.49
	4	2.6	△	1460	5.96	78	0.83						1-10	64	1-0.75	6	1.3		2.55
	2	3	2Y	2910	6.98	71	0.87									7	1.3		2.66
YD132M-8/4/2	8	1.3	Y	720	4.4	71	0.61	210	136	160	36/32	双层叠式	1-5	48	1-0.85	4.5	1.3	1.8	2.98
	4	3.7	△	1460	8.16	80	0.84						1-10	48	1-0.85	6	1.3		3.24
	2	4.5	2Y	2910	9.46	76	0.91									7	1.3		2.93
YD160M-8/4/2	8	2.2	Y	720	7.56	75	0.59	260	170	155	36/26	双层叠式	1-5	36	2-0.75	4.5	1.3	1.8	5.11
	4	5	△	1440	11.0	81	0.84						1-10	40	2-0.75	6	1.3		4.43
	2	6	24	2910	12.8	76	0.91									7	1.3		3.36
YD160L-8/4/2	8	2.8	Y	720	8.98	77	0.60	260	170	195	36/26	双层叠式	1-5	30	1-1.25	4.5	1.3	1.8	5.59
	4	7	△	1440	14.9	83	0.85						1-10	32	1-1.18	6	1.3		5.51
	2	9	2Y	2910	18.2	79	0.92									7	1.3		4.10

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD112M-8/6/4	8	0.85	△	710	3.72	62	0.56	175	120	135	36/33	双层叠式	1-6	100	1-0.53	5.5	1.3	1.8	2.77
	6	1	Y	950	3.08	67	0.73					单层链式	1-6	46	1-0.56	6.5	1.3		1.80
	4	1.5	2Y	1440	3.47	75	0.86					双层叠式	1-6	100	1-0.53	7	1.4		1.36
YD132S-8/6/4	8	1.1	△	730	4.10	67	0.60	210	148	120	36/33	双层叠式	1-6	98	1-0.6	5.5	1.3	1.8	2.91
	6	1.5	Y	970	4.18	74	0.73					单层链式	1-6	41	1-0.71	6.5	1.3		2.39
	4	1.8	2Y	1460	3.95	78	0.87					双层叠式	1-6	98	1-0.6	7	1.4		1.42

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
$YD132M_1$-8/6/4	8	1.5	△	730	5.09	71	0.62	210	148	160	36/33	双层叠式	1-6	78	1-0.67	5.5	1.3	1.8	3.41
	6	2	Y	970	5.28	77	0.73					单层链式	1-6	32	1-0.85	6.5	1.3		2.99
	4	2.2	2Y	1460	4.7	79	0.87					双层叠式	1-6	78	1-0.67	7	1.4		1.69
$YD132M_2$-8/6/4	8	1.8	△	730	6.25	72	0.62	210	148	160	36/33	双层叠式	1-6	66	1-0.71	5.5	1.3	1.8	4.31
	6	2.6	Y	970	6.79	78	0.74					单层链式	1-6	27	1-0.9	6.5	1.3		3.77
	4	3	2Y	1460	6.34	80	0.87					双层叠式	1-6	66	1-0.71	7	1.4		2.09

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD160M-8/6/4	8	3.3	△	720	10.1	79	0.62	260	180	145	36/33	双层叠式	1-6	58	1-0.71 1-0.75	5.5	1.6	1.8	6.69
	6	4	Y	960	9.89	81	0.76					单层链式	1-6	25	2-0.8	6.5	1.5		5.07
	4	5.5	2Y	1440	11.2	83	0.87					双层叠式	1-6	58	1-0.71 1-0.75	7	1.4		3.24
YD160L-8/6/4	8	4.5	△	720	13.3	80	0.62	260	180	195	36/33	双层叠式	1-6	44	2-0.85	5.5	1.6	1.8	8.63
	6	6	Y	960	14.7	83	0.76					单层链式	1-6	18	2-0.8 1-0.85	6.5	1.5		7.52
	4	7	2Y	1440	14.9	84	0.87					双层叠式	1-6	44	2-0.85	7	1.4		4.21
YD180L-8/6/4	8	7	△	740	17.5	81	0.71	290	205	230	54/58	双层叠式	1-8	26	2-0.95	6.5	1.6	1.8	9.79
	6	9	Y	980	20.2	83	0.80						1-9	10	2-1.12	7	1.5		10.2
	4	12	2Y	1470	22.9	84	0.90						1-8	26	2-0.95	7	1.4		5.27

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD200L-8/6/4	8	10	△	740	24.1	83	0.71	327	230	270	54/50	双层叠式	1-8	20	4-0.8	6.5	1.6	1.8	13.2
	6	13	Y	980	28.0	85	0.81						1-9	8	6-0.8	7	1.5		12.5
	4	17	2Y	1470	32.1	86	0.90						1-8	20	4-0.8	7	1.4		7.19
YD225S-8/6/4	8	14	△	740	33.4	86	0.71	368	260	240	72/58	双层叠式	1-11	14	4-1.25	6.5	1.6	1.8	19.4
	6	18.5	Y	980	37.6	87	0.81						1-12	8	3-1.6	7	1.5		14.7
	4	24	2Y	1480	44.5	87	0.90						1-11	14	4-1.25	7	1.4		10.5
YD225M-8/6/4	8	17	△	740	41.6	87	0.70	368	260	270	72/58	双层叠式	1-11	12	2-1.5 1-1.6	6.5	1.6	1.8	24.5
	6	22	Y	980	42.5	87	0.85						1-12	6	2-1.4 2-1.5	7	1.5		12.8
	4	28	2Y	1480	52.5	87	0.90						1-11	12	2-1.5 1-1.6	7	1.4		13.8

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD250M-8/6/4	8	24	△	740	54.1	88	0.75	400	285	335	72/58	双层叠式	1-12	10	2-1.25 2-1.4	6.5	1.2	1.8	26.2
	6	26	Y	980	51.3	88	0.85						1-12	13	2-1.18	7	1.5		18.4
	4	34	2Y	1480	60.8	89	0.92						1-12	10	2-1.25 2-1.4	7	1.4		9.85
YD280S-8/6/4	8	30	△	740	67.4	89	0.75	445	325	325	72/58	双层叠式	1-12	9	2-1.18 4-1.25	6.5	1.2	1.8	32.6
	6	34	Y	980	66.3	89	0.86						1-12	4	5-1.25 2-1.3	7	1.5		22.0
	4	42	2Y	1480	75.2	89	0.92						1-12	9	2-1.18 4-1.25	7	1.4		12.7

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD280M-8/6/4	8	34	△	740	75.6	89	0.75	445	325	375	72/58	双层叠式	1-12	8	5-1.18 2-1.25	6.5	1.2	1.8	35.4
	6	37	Y	980	71.3	89	0.86						1-12	11	1-1.25 2-1.18	7	1.5		22.4
	4	50	2Y	1480	89.5	90	0.92						1-12	8	5-1.18 2-1.25	7	1.4		13.7
YD180L-12/8/6/4	12	3.5	△	480	12.4	72	0.55	290	205	260	54/58	双层叠式	1-6	36	2-0.75	5	1.3	1.8	9.09
	8	5	△	730	14.6	79	0.62						1-8	24	1-0.8 1-0.75	6.	1.3		9.71
	6	6.5	2Y	950	13.3	82	0.88						1-6	36	2-0.75	6	1.3		4.13
	4	9	2Y	1470	17.9	83	0.89						1-8	24	1-0.8 1-0.75	7	1.3		5.31

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
$YD200L_1$-12/8/6/4	12	4.5	△	480	16.0	73	0.56	327	230	250	54/50	双层叠式	1-6	32	2-0.85	5	1.3	1.8	11.3
	8	7	△	730	18.6	81	0.67						1-8	22	1-1.30	6	1.3		11.4
	6	8	2Y	950	16.3	83	0.88						1-6	32	2-0.85	6	1.3		5.3
	4	11	2Y	1470	21.5	84	0.88						1-8	22	1-1.30	7	1.3		6.4
$YD200L_2$-12/8/6/4	12	5.5	△	480	19.5	74	0.56	327	230	270	54/50	双层叠式	1-6	28	1-0.90 1-0.95	5	1.3	1.8	13.9
	8	8	△	710	21.2	81	0.67						1-8	20	2-0.95	6	1.3		12.8
	6	10	2Y	960	20.3	83	0.88						1-6	28	1-0.90 1-0.95	6	1.3		6.39
	4	13	2Y	1470	25.3	84	0.88						1-8	20	2-0.95	7	1.3		7.09

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD225M-12/8/6/4	12	7	△	490	19.6	81	0.63	368	260	250	72/58	双层叠式	1-7	24	2-1.18	5	1.3	1.8	11.45
	8	11	△		26.2	85	0.72						1-10	15	1-1.4 1-1.5	6	1.3		14.6
	6	13	2Y	970	25.6	85	0.88						1-7	24	2 1.18	6	1.3		6.16
	4	20	2Y		37.8	86	0.90						1-10	15	1-1.4 1-1.5	7	1.3		9.34
YD250M-12/8/6/4	12	9	△	490	26.2	82	0.63	400	285	295	72/58	双层叠式	1-7	18	2-1.25	5	1.3	1.8	17.0
	8	14	△	730	32.9	85	0.73						1-10	12	2-1.18 1-1.25	6	1.3		18.2
	6	16	2Y	980	31.5	85	0.88						1-7	18	2-1.25	6	1.3		9.0
	4	26	2Y	1470	48.3	87	0.92						1-10	12	2-1.18 1-1.25	7	1.3		10.4

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	额定时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩	磁化电流
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm										
YD280S-12/8/6/4	12	11	△	490	31.9	83	0.63	445	325	295	72/58	双层叠式	1-7	16	2-1.4	5	1.3	1.8	21.1
	8	18.5	△	730	41.4	87	0.75						1-10	11	1-1.4 2-1.5	6	1.3		21.1
	6	20	2Y	980	39.2	85	0.88						1-7	16	2-1.4	6	1.3		11.3
	4	34	2Y	1470	62.7	87	0.92						1-10	11	1-1.4 2-1.5	7	1.3		12.5
YD280M-12/8/6/4	12	13	△	490	36.0	84	0.63	445	325	295	72/58	双层叠式	1-7	14	1-1.18 2-1.25	5	1.3	1.8	22.6
	8	22	△	730	49.7	87	0.75						1-10	9	1-1.5 2-1.6	6	1.3		26.4
	6	24	2Y	980	46.6	85	0.88						1-7	14	1-1.18 2-1.5	6	1.3		12.2
	4	40	2Y	1470	73.3	87	0.92						1-10	9	1-1.5 2-1.6	7	1.3		15.7

附表 2-2　JDO_2(甲组)系列变极多速三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$21-4/2	4	0.8	△	1450	2.1	76.6	0.77	145	90	80	24/22	双层叠式	1-7	196	1-0.51	7.0	1.4	1.8
	2	1.1	2Y	2890	2.5	74.6	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$22-4/2	4	1.5	△	1410	3.5	77.5	0.83	145	90	110	24/22	双层叠式	1-7	128	1-0.62	7.0	1.4	1.8
	2	1.8	2Y	2860	4.1	75.1	0.92									7.0	1.4	
$JDO_2$31-4/3	4	1.5	△	1445	3.9	76	0.77	167	104	95	36/26	双层叠式	1-10	84	1-0.67	7.0	1.4	1.8
	2	2.2	2Y	2875	5.2	73.5	0.87									7.0	1.4	
$JDO_2$32-4/2	4	2.2	△	1435	5.4	78	0.82	167	104	135	36/26	双层叠式	1-10	64	1-0.77	7.0	1.4	1.8
	2	3.0	2Y	2880	7.0	74	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$41-4/2	4	3.3	△	1430	7.6	80	0.82	210	136	100	36/26	双层叠式	1-10	64	1-0.93	7.0	1.4	1.8
	2	4.0	2Y	2860	9.1	76	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$42-4/2	4	4.0	△	1440	9.3	80	0.82	210	136	125	36/26	双层叠式	1-10	52	1-1.08	7.0	1.4	1.8
	2	5.5	2Y	2870	125	76	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$51-4/2	4	5.5	△	1460	12.3	82	0.83	245	162	120	36/26	双层叠式	1-10	48	2-0.96	7.0	1.4	1.8
	2	7.5	2Y	2880	16.6	78	0.88									7.0	1.4	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$52-4/2	4	7.5	△	1450	16.8	82	0.83	245	162	160	36/26	双层叠式	1-10	38	1-1.45	7.0	1.4	1.8
	2	10	2Y	2880	22.2	78	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$61-4/2	4	10	△	1470	20.5	87	0.85	280	182	155	36/28	双层叠式	1-10	34	2-1.12	7.0	1.4	1.8
	2	11	2Y	2940	21.1	86	0.92									7.0	1.4	
$JDO_2$62-4/2	4	13	△	1465	26.4	88	0.85	280	182	190	36/28	双层叠式	1-10	28	2-1.15	7.0	1.4	1.8
	2	15	2Y	2940	28.3	87.5	0.92									7.0	1.4	
$JDO_2$21-6/4	6	0.6	△	960	2.0	68	0.66	145	94	85	36/33	双层叠式	1-7	150	1-0.50	7.0	1.6	1.8
	4	0.8	2Y	1465	2.4	68	0.74									7.0	1.6	
$JDO_2$22-6/4	6	0.8	△	960	2.6	70	0.66	145	94	115	36/33	双层叠式	1-7	116	1-0.57	7.0	1.6	1.8
	4	1.0	2Y	1465	2.8	74	0.74									7.0	1.6	
$JDO_2$31-6/4	6	1.3	△	930	4.0	70	0.70	167	104	95	36/32	双层叠式	1-7	104	1-0.59	7.0	1.4	1.8
	4	1.7	2Y	1430	4.3	75	0.80									7.0	1.4	
$JDO_2$32-6/4	6	1.7	△	930	5.0	74	0.70	167	104	135	36/32	双层叠式	1-7	76	1-0.69	7.0	1.4	1.8
	4	2.5	2Y	1450	6.1	78	0.80									7.0	1.4	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$41-6/4	6	2.8	△	930	7.5	78	0.73	210	148	110	36/32	双层叠式	1-7	82	1-0.90	7.0	1.4	1.8
	4	3.0	2Y	1430	7.6	76	0.79									7.0	1.4	
$JDO_2$42-6/4	6	3.5	△	930	9.4	78	0.73	210	148	140	36/32	双层叠式	1-7	66	1-1.04	7.0	1.4	1.8
	4	4.0	2Y	1440	10	76	0.79									7.0	1.4	
$JDO_2$51-6/4	6	6.0	△	960	13.9	84	0.78	245	162	160	36/32	双层叠式	1-7	44	1-1.35	7.0	1.4	1.8
	4	8.0	2Y	1460	18.7	80	0.81									7.0	1.4	
$JDO_2$52-6/4	6	8.0	△	955	18.4	85	0.78	245	162	195	36/32	双层叠式	1-7	36	2-1.08	7.0	1.4	1.8
	4	10	2Y	1450	21.5	85	0.83									7.0	1.4	
$JDO_2$61-6/4	6	8.0	△	970	18.6	85	0.77	280	182	155	36/32	双层叠式	1-7	38	1-1.50	7.0	1.2	1.8
	4	10	2Y	1460	22	83	0.83									7.0	1.2	
$JDO_2$62-6/4	6	10	△	970	23.8	85	0.75	280	182	190	36/32	双层叠式	1-7	30	2-1.20	7.0	1.2	1.8
	4	13	2Y	1460	28.7	83	0.83									7.0	1.2	
$JDO_2$71-6/4	6	13	△	970	28.4	88	0.79	327	230	200	36/32	双层叠式	1-7	28	2-1.56	7.0	1.2	1.8
	4	17	2Y	1470	34.1	89	0.85									7.0	1.2	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$72-6/4	6	15	△	970	32.8	88	0.79	327	230	250	36/32	双层叠式	1-7	24	3-1.4	7.0	1.2	1.8
	4	19	2Y	1460	40	85	0.85									7.0	1.2	
$JDO_2$81-6/4	6	22	△	970	46.4	89	0.81	368	260	240	72/56	双层叠式	1-14	12	4-1.45	7.0	1.6	1.8
	4	28	2Y	1470	56.7	86	0.87									7.0	1.6	
$JDO_2$12-8/4	8	0.3	△	690	1.6	52	0.54	120	75	100	24/22	双层叠式	1-4	146	1-0.38	7.0	1.6	1.8
	4	0.6	2Y	1400	1.6	71	0.83									7.0	1.6	
$JDO_2$21-8/4	8	0.3	△	680	1.7	53	0.50	145	94	90	36/26	双层叠式	1-6	190	1-0.41	7.0	1.6	1.8
	4	0.75	2Y	1360	2.0	72	0.81									7.0	1.6	
$JDO_2$22-8/4	8	0.45	△	680	2.0	63	0.53	145	94	110	36/26	双层叠式	1-6	110	1-0.49	7.0	1.6	1.8
	4	0.75	2Y	1360	1.8	76	0.83									7.0	1.6	
$JDO_2$31-8/4	8	0.9	△	685	3.3	67	0.61	167	114	95	36/26	双层叠式	1-6	146	1-0.62	7.0	1.4	1.8
	4	1.5	2Y	1365	3.8	71	0.74									7.0	1.4	
$JDO_2$32-8/4	8	1.1	△	685	4.1	68	0.60	167	114	135	36/26	双层叠式	1-6	106	1-0.72	7.0	1.4	1.8
	4	2.2	2Y	1370	5.4	74	0.84									7.0	1.4	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$41-8/4	8	1.8	△	710	6.0	74	0.62	210	148	110	36/26	双层叠式	1-6	92	1-0.86	7.0	1.4	1.8
	4	3.0	2Y	1410	6.8	78	0.86									7.0	1.4	
$JDO_2$42-8/4	8	2.5	△	710	8.3	74	0.62	210	148	140	36/26	双层叠式	1-6	74	1-1.0	7.0	1.4	1.8
	4	4.0	2Y	1410	9.0	78	0.86									7.0	1.4	
$JDO_2$51-8/4	8	3.5	△	720	10.8	78	0.63	245	174	130	36/26	双层叠式	1-6	64	1-1.16	7.0	1.4	1.8
	4	5.5	2Y	1430	12.5	82	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$52-8/4	8	4.5	△	720	13.9	78	0.63	245	174	170	36/26	双层叠式	1-6	50	2-0.96	7.0	1.4	1.8
	4	7.5	2Y	1430	15.8	82	0.88									7.0	1.4	
$JDO_2$618/4	8	7.5	△	720	21.4	82	0.65	280	200	230	54/44	双层叠式	1-8	30	2-1.04	7.0	1.2	1.8
	4	10	2Y	1460	20	85	0.89									7.0	1.2	
$JDO_2$62-8/4	8	8.5	△	720	24.2	82	0.65	280	200	230	54/44	双层叠式	1-8	26	2-1.16	7.0	1.2	1.8
	4	13	2Y	1460	26.1	85	0.89									7.0	1.2	
$JDO_2$71-8/4	8	11	△	720	29.8	84	0.67	327	230	220	54/44	双层叠式	1-8	22	1-1.35	7.0	1.2	1.8
	4	17	2Y	1460	33.4	86	0.90								1-1.40	7.0	1.2	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$72-8/4	8	15	△	720	40.4	84	0.67	327	230	250	54/44	双层叠式	1-8	18	1-1.56	7.0	1.2	1.8
	4	22	2Y	1460	43.2	86	0.90								1-1.50	7.0	1.2	
$JDO_2$91-8/4	8	40	△	740	85.4	89	0.80	423	300	300	72/56	双层叠式	1-10	9	1-1.40	5.5	1.6	1.8
	4	55	2Y	1480	106	88	0.90									5.5	1.6	
$JDO_2$31-8/6	8	0.8	△	720	3.4	63	0.56	167	114	95	36/33	双层叠式	1-6	140	1-0.59	7.0	1.4	1.8
	6	1.3	2Y	950	3.5	75	0.76									7.0	1.4	
$JDO_2$32-8/6	8	1.3	△	720	4.2	74	0.64	167	114	135	36/33	双层叠式	1-6	106	1-0.72	7.0	1.4	1.8
	6	1.8	2Y	950	4.3	80	0.79									7.0	1.4	
$JDO_2$41-8/6	8	1.6	△	730	5.5	77	0.64	210	148	110	36/33	双层叠式	1-6	92	1-0.83	7.0	1.4	1.8
	6	2.5	2Y	970	5.9	82	0.79									7.0	1.4	
$JDO_2$42-8/6	8	2.5	△	730	7.5	78	0.65	210	148	140	36/33	双层叠式	1-6	76	1-0.93	7.0	1.4	1.8
	6	3.5	2Y	960	8.2	82	0.79									7.0	1.4	
$JDO_2$51-8/6	8	3.0	△	720	13.5	78	0.65	245	174	130	54/44	双层叠式	1-7	60	1-1.04	7.0	1.4	1.8
	6	4.0	2Y	950	13.7	82	0.81									7.0	1.4	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$52-8/6	8	4.5	△	720	13.5	78	0.65	245	174	170	36/33	双层叠式	1-7	56	1-1.35	7.0	1.4	1.8
	6	6.0	2Y	950	13.7	82	0.81									7.0	1.4	
$JDO_2$61-8/6	8	6.0	△	725	17.9	82	0.62	280	200	175	36/32	双层叠式	1-6	44	1-1.50	7.0	1.4	1.8
	6	8.5	2Y	975	18.6	87	0.80									7.0	1.4	
$JDO_2$71-8/6	8	10	△	730	28.3	86.5	0.62	327	230	200	36/32	双层叠式	1-6	30	2-1.50	7.0	1.2	1.8
	6	15	2Y	970	32.8	88	0.79									7.0	1.2	
$JDO_2$81-8/6	8	17	△	740	45.7	87	0.65	368	260	240	72/56	双层叠式	1-10	12	4-1.45	7.0	1.2	1.8
	6	24	2Y	980	51.9	89	0.79									7.0	1.2	
$JDO_2$51-12/6	12	2.2	△	480	7.7	72	0.6	245	174	130	54/44	双层叠式	1-6	68	1-0.96	7.0	1.1	1.8
	6	3.5	2Y	960	8.3	80	0.8									7.0	1.1	
$JDO_2$61-12/6	12	3.5	△	480	14.2	75	0.5	280	200	200	54/58	双层叠式	1-6	36	1-1.35	7.0	1.0	1.8
	6	7.5	2Y	970	16.7	83	0.82									7.0	1.0	
$JDO_2$72-12/6	12	4	△	480	13.6	80	0.56	327	230	250	54/44	双层叠式	1-6	24	2-1.35	7.0	1.0	1.8
	6	14	2Y	970	31.3	80	0.85									7.0	1.0	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$81-12/6	12	12.5	△	480	35.5	85	0.63	368	260	260	72/56	双层叠式	1-7	18	3-1.40	7.0	1.0	1.8
	6	20	2Y	970	40.6	88	0.85									7.0	1.0	
$JDO_2$91-12/6	12	19	△	480	58	83	0.6	423	300	320	72/56	双层叠式	1-7	12	6-1.3	7.0	1.0	1.8
	6	33	2Y	960	67.8	86	0.85									7.0	1.0	
$JDO_2$31-8/2	8	0.5	Y	690	2.3	56	0.58	167	104	110	36/26	双层叠式	1-6	84	1-0.67	7.0	1.0	1.8
	2	1.5	2Y	2900	3.3	76	0.9									7.0	1.0	
$JDO_2$42-8/2	8	1.4	Y	690	5.3	68	0.59	210	136	140	36/26	双层叠式	1-6	46	1-1.12	7.0	1.0	1.8
	2	4	2Y	2920	8.9	76	0.9									7.0	1.0	
$JDO_2$22-6/4/2	6	0.6	3Y	975	2.6	68	0.51	145	94	110	36/33	双层叠式	1-7	200	1-0.41	7.0	1.2	1.8
	4	0.8	人	1450	1.9	75	0.84									7.0	1.2	
	2	1.1	人	2880	2.9	63	0.92									7.0	1.2	
$JDO_2$31-6/4/2	6	0.8	Y	965	2.7	67	0.65	167	104	115	36/26	单层链式	1-6	53	1-0.57	7.0	1.2	1.8
	4	1.1	△	1470	3.8	68	0.65					双层叠式	1-10	66	1-0.53	7.0	1.2	
	2	1.5	2Y	2940	4.3	64	0.80									7.0	1.2	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$41-6/4/2	6	1.8	3Y	970	6.7	76	0.54	210	136	100	36/33	双层叠式	1-7	126	1-0.67	7.0	1.2	1.6
	4	2.2	△	1430	5.2	78	0.83									7.0	1.2	
	2	2.8	△	2890	6.8	70	0.90									7.0	1.2	
$JDO_2$51-6/4/2	6	5.0	3Y	950	12.9	82	0.72	245	162	120	36/33	双层叠式	1-7	96	1-0.86	7.0	1.2	1.6
	4	5.5	△	1420	11.6	82	0.86									7.0	1.2	
	2	5.5	△	2890	12.2	76	0.96									7.0	1.2	
$JDO_2$52-6/4/2	6	6.0	3Y	950	15.5	82	0.72	245	162	160	36/33	双层叠式	1-7	70	1-1.04	7.0	1.2	1.6
	4	6.5	△	1420	13.1	81	0.92									7.0	1.2	
	2	7.5	△	2890	16.5	75	0.92									7.0	1.2	
$JDO_2$32-8/4/2	8	0.8	2Y	730	3.6	60	0.57	167	104	135	36/26	双层叠式	1-7	140	1-0.55	7.0	1.0	1.6
	4	2.2	2△	1440	5.0	80	0.84									7.0	1.0	
	2	2.5	2△	2910	6.9	68	0.81									7.0	1.0	
$JDO_2$41-8/4/2	8	1.3	2Y	730	5.1	65	0.60	210	136	110	36/33	双层叠式	1-7	132	1-0.67	7.0	1.0	1.6
	4	3.0	2△	1440	6.6	82	0.84									7.0	1.0	
	2	3.5	2△	2920	9.1	72	0.81									7.0	1.0	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$42-8/4/2	8	1.5	2Y	710	5.9	65	0.60	210	136	150	36/33	双层叠式	1-7	104	1-0.74	7.0	1.0	1.6
	4	4.5	2△	1420	9.9	82	0.84									7.0	1.0	
	2	5.0	2△	2910	12.8	73	0.81									7.0	1.0	
$JDO_2$51-8/4/2	8	2.2	2Y	710	9.3	65	0.55	245	162	140	36/33	双层叠式	1-7	96	1-0.90	7.0	1.0	1.6
	4	5.5	2△	1420	12.2	84	0.82									7.0	1.0	
	2	6.6	2△	2900	16.5	74	0.82									7.0	1.0	
$JDO_2$52-8/4/2	8	3.0	2Y	730	10.9	70	0.60	245	162	175	36/33	双层叠式	1-7	78	1-1.04	7.0	1.0	1.6
	4	6.5	2△	1450	13.7	85	0.85									7.0	1.0	
	2	8	2△	2920	19.1	75	0.85									7.0	1.0	
$JDO_2$31-8/6/4	8	0.9	2Y	700	2.9	70	0.68	167	114	95	36/33	双层叠式	1-6	190	1-0.55	7.0	1.3	1.6
	6	1.0	2Y	950	3.1	68	0.72									7.0	1.3	
	4	1.2	2Y	1390	2.8	74	0.88									7.0	1.3	
$JDO_2$32-8/6/4	8	1.3	2Y	700	4.2	70	0.68	167	114	135	36/33	双层叠式	1-6	122	1-0.67	7.0	1.3	1.6
	6	1.5	2Y	950	4.7	68	0.72									7.0	1.2	
	4	1.8	2Y	1390	4.2	74	0.88									7.0	1.3	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$41-8/6/4	8	2.0	2Y	720	6.6	74	0.62	210	148	110	36/33	双层叠式	1-6	106	1-0.77	7.0	1.3	1.6
	6	2.2	2Y	970	7.1	72	0.65									7.0	1.3	
	4	2.8	2Y	1420	6.1	78	0.90									7.0	1.3	
$JDO_2$42-8/6/4	8	2.6	2Y	720	7.9	78	0.64	210	148	140	36/33	双层叠式	1-6	84	1-0.90	7.0	1.3	1.6
	6	2.8	2Y	970	8.4	76	0.67									7.0	1.3	
	4	3.8	2Y	1410	8.0	80	0.90									7.0	1.3	
$JDO_2$51-8/6/4	8	3.5	2Y	730	10.4	80	0.64	245	174	130	36/33	双层叠式	1-6	72	1-1.04	7.0	1.3	1.6
	6	3.5	2Y	960	10.2	78	0.67									7.0	1.3	
	4	5.0	2Y	1400	10.4	81	0.90									7.0	1.3	
$JDO_2$52-8/6/4	8	1.5	2Y	730	13.4	80	0.64	245	174	170	36/33	双层叠式	1-6	56	1-1.16	7.0	1.3	1.6
	6	5.0	2Y	980	14.5	78	0.67									7.0	1.3	
	4	7.0	2Y	1430	14.4	82	0.90									7.0	1.3	
$JDO_2$61-8/6/4	8	5	2Y	730	14.9	82	0.62	280	200	185	36/33	双层叠式	1-6	48	1-1.35	7.0	1.2	1.6
	6	7	2Y	980	21	80	0.63									7.0	1.2	
	4	9	2Y	1450	19.2	84	0.85									7.0	1.2	

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$62-8/6/4	8	8	2Y	730	23.2	84.5	0.62	280	200	220	36/33	双层叠式	1-6	38	2-1.16	7.0	1.2	1.6
	6	8	2Y	980	23	84	0.63									7.0	1.2	
	4	11	2Y	1450	21.7	86.5	0.89									7.0	1.2	
$JDO_2$71-8/6/4	8	10	2Y	730	28.7	85.5	0.62	327	230	200	36/33	双层叠式	1-6	36	2-1.40	7.0	1.2	1.6
	6	10	2Y	985	28.4	85	0.63									7.0	1.2	
	4	15	2Y	1450	30.1	87	0.87									7.0	1.2	
$JDO_2$72-8/6/4	8	13	2Y	735	37	86	0.62	327	230	250	36/33	双层叠式	1-6	28	2-1.30 1-1.35	7.0	1.2	1.6
	6	13	2Y	985	36.5	86	0.63									7.0	1.2	
	4	19	2Y	1465	37.7	88	0.87									7.0	1.2	
$JDO_2$52-10/8/6/4	10	2.5	Y	580	7.3	75	0.7	245	174	170	36/33	双层叠式	1-4	38	1-1.04	7.0	1.3	1.6
	8	3.0	2Y	725	9.5	77	0.62						1-6	60	1-0.93			
	6	3.0	2Y	980	10.5	70	0.62											
	4	4.5	2Y	1440	9.1	81	0.92											
$JDO_2$61-10/8/6/4	10	2.5	Y	580	9.2	69	0.60	280	200	185	36/33	双层叠式	1-4	30	1-1.08	7.0	1.3	1.6
	8	3.5	2Y	730	12	78	0.57						1-6	48	1-1.04			
	6	4.0	2Y	980	12.4	78	0.63											
	4	5.5	2Y	1450	12.1	83	0.83											

（续表）

型号	极数	额定功率 kW	接法	满载时				定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	绕组型式	节距	每槽线数	线规	堵转电流/额定电流	堵转转矩/额定转矩	最大转矩/额定转矩
				转速 r/min	电流 A	效率 %	功率因数	外径 mm	内径 mm									
$JDO_2$62-10/8/6/4	10	3.5	Y	570	12.4	69	0.62	280	200	220	36/33	双层叠式	1-4	26	1-1.35	7.0	1.3	1.6
	8	5.0	2Y	730	15.7	78	0.62						1-6	44	1-1.12			
	6	5.5	2Y	985	15.8	78	0.68											
	4	7.5	2Y	1445	16.8	80	0.85											
$JDO_2$71-10/8/6/4	10	6.5	Y	580	21	76	0.62	327	230	250	36/33	双层叠式	1-4	18	2-1.30	7.0	1.1	1.6
	8	8.5	2Y	735	26	80	0.62						1-6	30	1-1.56			
	6	10	2Y	980	30	79	0.64											
	4	13	2Y	1460	28	83	0.85											
$JDO_2$61-12/8/6/4	12	2.2	△	480	8	70	0.60	280	200	175	54/44	双层叠式	1-6	52	1-0.83	7.0	1.1	1.6
	8	3.5	△	730	11	74.5	0.65						1-8	32	1-0.93			
	6	4	2Y	960	8.9	78	0.88						1-6	52	1-0.83			
	4	5.5	2Y	1460	12.5	79	0.85						1-8	32	1-0.93			
$JDO_2$62-12/8/6/4	12	3	△	475	10.9	70	0.60	280	200	220	54/44	双层叠式	1-6	42	1-1.0	7.0	1.1	1.6
	8	5.0	△	730	14	75	0.70						1-8	28	1-1.0			
	6	5.5	2Y	960	11.6	80	0.87						1-6	42	1-1.0			
	4	7.5	2Y	1460	15.8	80	0.90						1-8	28	1-1.0			

附表 2-3　JDO_2(乙组)系列变极多速三相异步电动机技术数据(380V 50Hz)

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
					外径 mm	内径 mm							
JDO_221-4/2	4	0.45	1.32	△	145	90	70	36/27	1-10	162	1-0.41	0.25	69
	2	0.6	1.5	2Y									72
JDO_222-4/2	4	0.75	2.02	△	145	90	100	36/27	1-10	120	1-0.49	0.25	73
	2	1.0	2.38	2Y									75
JDO_231-4/2	4	1.3	3.15	△	167	104	100	36/26	1-10	106	1-0.69	0.3	77.5
	2	1.7	3.85	2Y									78
JDO_232-4/2	4	2.1	4.91	△	167	104	140	36/26	1-10	74	1-0.86	0.3	79
	2	2.8	6.20	2Y									80
JDO_252-4/2	4	5.2	11.1	△	245	150	140	36/26	1-10	46	1-1.4	0.5	85
	2	7.0	14.9	2Y									79
JDO_262-4/2	4	10	21.8	△	280	150	160	36/26	1-10	36	2-1.45	0.6	85
	2	13	26	2Y									81
JDO_221-8/4	8	0.25	1.11	△	145	90	70	36/27	1-6	290	1-0.35	0.25	55.5
	4	0.37	0.9	2Y									73.5

（续表）

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
$JDO_2$21-8/4	8	0.3	1.72	△	145	94	90	36/26	1-6	190	1-0.41	0.25	73
	4	0.75	1.95	2Y									72
$JDO_2$22-8/4	8	0.45	2.04	△	145	94	110	36/26	1-6	156	1-0.49	0.25	63
	4	0.75	1.8	2Y									76
$JDO_2$32-8/4	8	0.7	2.6	△	167	104	140	36/34	1-6	136	1-0.62	0.30	65
	4	1.2	2.66	2Y									78
$JDO_2$32-8/4	8	1.0	3.4	△	167	104	140	36/34	1-6	120	1-0.64	0.30	66
	4	1.5	3.6	2Y									78
$JDO_2$41-8/4	8	1.5	5	△	210	136	100	48/38	1-8	92	1-0.77	0.35	68
	4	2.2	4.88	2Y									78
$JDO_2$42-8/4	8	2.0	6.3	△	210	136	130	48/38	1-8	70	1-0.90	0.35	73
	4	3.0	6.46	2Y									80
$JDO_2$51-8/4	8	1.5	4.6	△	245	174	80	48/44	1-7	88	1-0.80	0.4	74
	4	2.2	5.9	2Y									77

（续表）

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
					外径 mm	内径 mm							
$JDO_2$52-8/4	8	2.5	7.3	△	245	174	110	48/44	1-7	62	1-0.96	0.4	76
	4	3.5	7.9	2Y									79
$JDO_2$61-8/4	8	3.5	8.8	△	280	200	120	48/44	1-7	56	1-1.16	0.4	81
	4	5.0	10.3	2Y									82
$JDO_2$62-8/4	8	5.0	12.3	△	280	200	160	48/44	1-7	42	1-1.35	0.4	82
	4	7.0	14.2	2Y									83
$JDO_2$71-8/4	8	7.0	16	△	327	230	125	54/44	1-8	34	1-1.45	0.45	83.6
	4	10	19.2	2Y									85.4
$JDO_2$72-8/4	8	10	22.6	△	327	230	175	54/44	1-8	28	2-1.20	0.45	85
	4	14	26.5	2Y									87
$JDO_2$61-12/6	12	2.0	6.3	△	280	200	120	54/63	1-6	74	1-1.04	0.4	71
	6	3.5	7.18	2Y									81
$JDO_2$62-12/6	12	3.0	9.45	△	280	200	160	54/63	1-6	52	1-1.16	0.4	73
	6	5.0	10.3	2Y									83

（续表）

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心 外径 mm	定子铁心 内径 mm	铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
$JDO_2$71-12/6	12	4.5	13	△	327	230	125	54/44	1-6	50	1-1.2	0.45	77.2
	6	7.0	14.5	2Y									83
$JDO_2$72-12/6	12	6.5	18	△	327	230	175	54/44	1-6	36	1-1.4	0.45	78.5
	6	10	20	2Y									84.3
$JDO_2$31-6/4/2	6	0.6	1.91	Y	167	104	100	36/27	1-6	80	1-0.55	0.3	65
	4	0.75	2.1	△					1-10	114	1-0.44		70
	2	1.0	2.8	2Y									67
$JDO_2$32-6/4/2	6	1.0	2.84	Y	167	104	125	36/27	1-6	57	1-0.67	0.3	73
	4	1.3	3.4	△					1-10	88	1-0.55		73
	2	1.7	4.25	2Y									73
$JDO_2$41-8/4/2	8	0.5	2.66	2Y	210	136	120	36/26	1-7 1-13	158	1-0.64	0.35	62
	4	1.2	2.92	2△									82
	2	1.5	3.12	2△									81

（续表）

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
					外径 mm	内径 mm							
$JDO_2$42-8/4/2	8	1.1	4.08	2Y	210	136	140	36/26	1-7 1-13	124	1-0.72	0.35	63
	4	1.7	4.0	2△									80
	2	2.2	4.9	2△									73
$JDO_2$52-8/4/2	8	1.8	0.5	2Y	245	162	140	36/26	1-7 1-13	102	1-0.96	0.5	70
	4	4.0	9.0	2△									85
	2	4.5	9.6	2△									75
$JDO_2$51-8/6/4	8	1.2	4.2	△	245	162	140	36/46	1-6	122	1-0.72	0.5	70
	6	1.75	4.87	Y					1-6	52	1-0.96		85
	4	2.1	5.0	2Y					1-6	122	1-0.72		75
$JDO_2$62-8/6/4	8	3.5	9.1	△	280	200	150	60/48	1-9	42	1-1.0	0.4	73
	6	4.5	10.2	Y					1-10	18	1-1.3		78
	4	5.0	10.5	2Y					1-9	42	1-1.0		79
$JDO_2$71-8/6/4	8	5.0	12.3	△	327	230	125	54/44	1-8	40	1.12	0.45	79
	6	6.5	13.8	Y					1-8	20	1.56		82
	4	7.0	14.7	2Y					1-8	40	1.12		81

（续表）

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
					外径 mm	内径 mm							
$JDO_2$72-8/6/4	8	7.0	17.3	△	327	230	175	54/44	1-8	28	1-1.30	0.45	80.8
	6	9.0	18.5	Y					1-8	14	2-1.25		84.1
	4	10.0	19.8	2Y					1-8	28	1-1.30		87.6
$JDO_2$61-12/8/6/4	12	1.3	4.9	△	280	300	120	60/54	1-6	80	1-0.74	0.4	70
	8	2.0	5.8	△					1-9	56	1-0.83		73
	6	2.5	5.8	2Y					1-6	80	1-0.74		63
	4	3.0	6.9	2Y					1-9	56	1-0.83		74
$JDO_2$62-12/8/6/4	12	2.0	7.4	△	280	300	160	60/54	1-6	58	1-0.93	0.4	72
	8	3.0	8.1	△					1-9	42	1-0.96		75
	6	3.5	8.0	2Y					1-6	58	1-0.93		64
	4	4.5	10.0	2Y					1-9	42	1-0.96		76
$JDO_2$71-12/8/6/4	12	3	9.3	△	327	230	125	54/44	1-6	58	1-0.96	0.45	78.4
	8	4	10.7	△					1-8	40	1-1.08		80
	6	5	11.2	2Y					1-6	58	1-0.96		60.8
	4	6.5	14	2Y					1-8	40	1-1.08		78.6

（续表）

型号	极数	功率 kW	额定电流 A	接法	定子铁心		铁心长度 mm	定/转子槽数	节距	每槽导体数	线规 mm	气隙 mm	效率 %
					外径 mm	内径 mm							
$JDO_2$72-12/8/6/4	12	4	12.4	△	327	230	175	54/44	1-6	42	1-1.12	0.45	80
	8	6	15	△					1-8	28	1-1.25		
	6	7	14.6	2Y					1-6	42	1-1.12		
	4	9	18.3	2Y					1-8	28	1-1.25		81.1